



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

3 6105 000 639 620



Stanford University Libraries

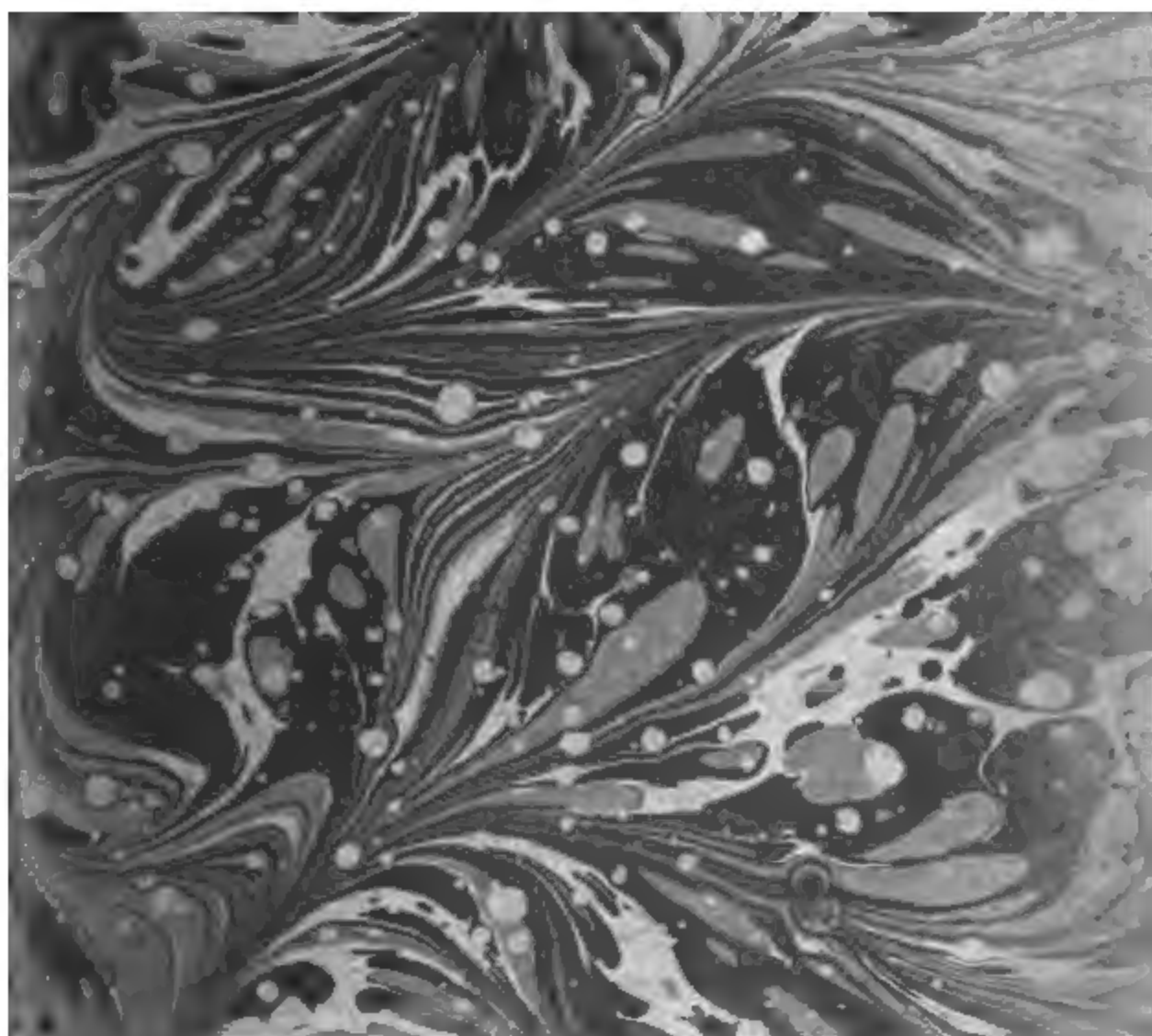




76 vols. ... (1799-1800)

400.-

MSLSS



530,5

A613

204.13



94.251.1 08071472

140206

1642

530.5

A613

Series

ANNALEN
DER
PHYSIK.

ANGEFANGEN

VON

D. FRIEDR. ALBR. CARL GREN,

FORTGESETZT

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

PROFESSOR ZU HALLE.

ERSTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN,

HALLE,
IN DER REINGERSCHEN BUCHHANDLUNG,
1799.

УВАЖЕНИ ОБОЖИМАЦИ

142106

SEINER EXCELLENZ

DEM

HERRN

**EBERH. JEL. WILH. ERNST
VON MASSOW,**

**WIRKLICHEM GEHEIMEN STAATS- UND JUSTIZ-
MINISTER, UND CHEF DES GEISTLICHEN
DEPARTEMENTS.**

УВАЖАЮЩИЙ ОБОЗНАЧАЕТ

142106

SEINER EXCELLENZ

DEM

H E R R N

**EBERH. JUL. WILH. ERNST
VON MASSOW,**

**WIRKLICHEM GEHEIMEN STAATS- UND JUSTIZ-
MINISTER, UND CHEF DES GEISTLICHEN
DEPARTEMENTS.**

*Hochgeborner Herr Staatsminister;
Gnädiger Herr!*

Ew. Excellenz haben während der kurzen Zeit, dass unsre Universität das Glück hat, sich Hoch Dero Aufsicht und Fürsorge zu erfreuen, schon so vieles für das Wohl des Ganzen und zum Nutzen einzelner Wissenschaften gethan, dass jeder Lehrer derselben, und so auch ich, Ew. Excellenz als unmittelbaren Beschützer und Beförderer seiner Wissenschaft zu verehren verpflichtet, und Hoch Denenselben dafür öffentlich seinen Dank zu sagen berechtigt ist. Geruhen Ew. Excellenz die Jahrbücher einer Wissenschaft, mit deren Vortrag ich mich seit dem Tode Gren's beschäftige, als einen Beweis dieser meiner unterthänigsten Dankbarkeit und als ein Zeichen des Ernstes, womit ich der Naturkunde obliege, gnädigst anzunehmen. Gewiss werden Ew. Excellenz auch den physikalischen

Wissenschaften die Unterstützung ertheilen; die sie nach Maaßgabe ihrer Nützlichkeit und des Aufwandes, der mit ihnen nothwendig verknüpft ist, verdienen; und auf welche Art das auch geschehen möge, immer werden Hoch Dieselben sich dadurch ein bleibendes Verdienst um die Verbreitung einer der gemeinnützigsten und cultivirendsten Wissenschaften erwerben.

Mit der tiefsten Ehrfurcht verharre ich

Ew. Excellenz

*Halle, den 28ten Mai
1799.*

*untertänigster
L. W. Gilbert.*

V o r r e d e.

Zweck und Plan dieser Zeitschrift deutet der Titel hinreichend an, den der sel. Gren für sie gewählt hat. Sie ist zu Jahrbüchern der Physik bestimmt, soll, was in dieser Wissenschaft jetzt gethan wird, zur allgemeinem Kenntniss in unserm Vaterlande bringen, und zugleich zu einer Art von Niederlage für das Neue in der Naturkunde auch zum künftigen Gebrauche dienen.

Aus diesem Gesichtspunkte glaubte ich die Annalen betrachten zu müssen, als ich beim Tode Gren's die Herausgabe derselben übernahm; ihn werde ich auch fernerhin festhalten, und hoffe in Vereinigung mit den vortrefflichen Männern, die mir ihre Beihülfe als Mitarbeiter theils schon bewährt, theils noch haben hoffen lassen, im Stande zu seyn, diese Zeitschrift wirklich zu dem zu erheben, was ein Herausgeber derselben billig beabsichtigen muss.

Die reichste Quelle, aus der hierbei zu schöpfen ist, sind unstreitig die physikalischen Zeitschriften der Ausländer und die Arbeiten ihrer gelehrten Gesellschaften. Sie werde ich, wo möglich, vollständig benutzen, und alle physikalische Abhandlungen aus ihnen bald in Uebersetzungen, bald in Auszügen liefern. Dafs vielleicht eine dieser Abhandlungen zugleich in irgend ei-

nem andern deutschen Journale übersetzt wird, kann kein Grund seyn, sie von den Annalen auszuschliessen, ohne den eigentlichen Zweck dieser Jahrbücher aus den Augen zu setzen, und Nachlesen hoffe ich nicht zu lassen. Aber das bloß Chemische, wofür es schon mehrere deutsche Journale giebt, bleibt von den Annalen ausgeschlossen, wogegen es zu wünschen wäre, daß die Herausgeber chemischer Zeitschriften den Annalen das bloß Physikalische überliessen. Mit Herrn Bergrath Scherer habe ich mich darüber in der That vereinigt, und verdanke ihm schon einige physikalische Abhandlungen, die er mir in Folge dieser Uebereinkunft zugestellt hat. — Einzelne kleine physikalische Schriften und Brochüren der Ausländer sind Aufsätzen in periodischen Blättern gleich zu achten, und sollen eben so benutzt werden. Größere französische und englische Werke, die ohnedies durch Uebersetzung schnell bekannt werden, können in der Regel nicht mit in diesen Plan fallen, es sey denn, daß besondere Umstände einen Auszug, oder eine Uebersetzung einzelner Stellen, oder eine Beurtheilung derselben riethen. Physikalische Werke in Sprachen, aus denen wenig übersetzt wird, machen jedoch billig eine Ausnahme, und ich freue mich, dem Leser hier Auszüge aus den interessantesten physikalischen Schriften, die in Schweden erscheinen, besonders aus den unübersetzten Theilen der Schriften schwedischer Akademien, welche mir ein Paar thätige Physiker zugesagt haben, versprechen zu dürfen.

Daß die Annalen an Arbeiten und Verhandlungen deutscher Physiker nicht arm bleiben werden, das be-

weisen mir die interessanten Aufsätze, die ich von mehreren unserer vorzüglichsten Physiker schon erhalten habe, und die in den nächsten Stücken neben Cavendish's Versuchen über die Dichtigkeit der Erde, mit so bewundernswürdiger Genauigkeit und mit so vielem Scharfsinne sie auch angestellt sind, neben Huddart's Untersuchungen über die Gebilde durch irdische Strahlenbrechung, Venturi's hydrodynamischen Versuchen u. s. f., ihre Stelle mit Ehre behaupten werden.

Analogie zwischen den behandelten Materien soll die Auswahl der Aufsätze für jedes Stück mehr bestimmen, als das Verlangen, Novitäten zu liefern. Nichts scheint mir mit wahrer Wissenschaft weniger vereinbar zu seyn, als die einreißende Sucht nach bloßen Novitäten und das Haschen nach allem Neuen, mit dem man sich statt eines gründlichen Studiums begnügt. Mir ist es um wahre Wissenschaft, um deren Verbreitung und Beförderung zu thun, und jener Sucht werde ich so wenig als möglich fröhnen.

Der Herausgeber.

Verbesserung. S. 144 lese man statt Fig. 6, Fig. 4, und so bei den folgenden Figuren auf Taf. VII.

I N H A L T.

Ersten Bandes erstes Stück.

- | | |
|---|---------|
| I. Bemerkungen über das hydrostatische Cylindergebläse des Herrn D. Baader, von M. A. F. Lüdiche, Lehrer der Mathematik an der churfürstlichen Land-schule in Meissen. | Seite 1 |
| II. Bemerkungen über die sehr beträchtlich hohen und grossen Feuerkugeln, von M. A. F. Lüdiche | 10 |
| III. Ueber die Phänomene natürlicher Phosphoren in atmosphärischer Luft, in Sauerstoffgas und andern Gasarten, vom Bürger Lazaro Spalanzani zu Pavia | 33 |
| IV. Bequeme Art, kohlensaure mineralische Wasser nachzumachen, von Herrn D. Fierlinger in Wien | 64 |
| V. Beschreibung einer grossen electricischen Batterie von 550 Quadratfuss Belegung, und einiger damit angestellten Versuche, von Herrn D. van Marum in Haarlem | 68 |
| VI. Fortgesetzte Versuche über den Einfluss der Electricität auf den Puls und die unmerkliche Ausdünstung, von Herrn D. van Marum in Haarlem | 88 |
| VII. Versuche, welche beweisen, dass die Kohle Wasserstoff enthält, von Herrn D. van Marum in Haarlem | 100 |
| VIII. Experimente, um die strahlende Electricität nachzumachen, welche man bei den vom Blitze getroffenen Ableitern wahrgenommen hat, von Herrn D. van Marum in Haarlem | 109 |
| IX. Experimente über verschiedene Gegenstände, von Herrn D. van Marum in Haarlem | 112 |

Ersten Bandes zweites Stück.

- | | |
|---|-----|
| I. Beschreibung einer genauen und bequemen Wage, nach einer neuen Vorrichtung, von M. A. F. Lüdiche in Meissen | 123 |
| II. Beschreibung eines Mikrometers, die Durchmesser schwacher Saiten zu messen, von M. A. F. Lüdiche | 137 |
| III. Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuche, welche bestimmt sind, darzuthun, dass mehrere tropfbare Flüssigkeiten, wenn man sie vom Drucke der Atmosphäre befreiet, in den Zustand elastischer Flüssigkeiten übergehen, von Herrn D. van Marum in Haarlem | 145 |
| IV. Beschreibung des von Herrn Hassenfratz neu verbesserten Ramsdenschen Areometers | 158 |
| Zusatz des Herausgebers | 162 |
| V. Geschichte der Naturwissenschaft, als akademische Vorlesungen vorgetragen, von D. F. A. C. Gren; ein Fragment aus dessen nachgelassenen Papieren | 167 |
| VI. Beobachtungen und Bemerkungen über das Leuchten der fliegenden Johanniskwürmchen, von D. Joachim Carradori zu Prato | 205 |

Anhang. Carradori's Einwürfe gegen Spalanzani's Bemerkungen über das Leuchten des faulen Holzes und der Johanniswürmchen S. 209

VII. Versuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten, von Herrn Grafen von Rumford in London 214

VIII. Electriche Versuche über verschiedene Gegenstände, von Herrn D. van Marum in Haarlem. Fortsetzung 239

IX. Mathematische Correspondenz aus Nicholsons Journal der Physik 250

Ersten Bandes drittes Stück.

I. Verbesserung des Bennetschen Electrometers, von Will. Nicholson 253

II. Electriche Erfahrungen über verschiedene Gegenstände, von Herrn D. van Marum in Haarlem. Beschluß 256

III. Beiträge zur Hygrometrie, von M. A. F. Lüdicke.

1. Bemerkungen über den Mechanismus des Sauffürschen Hygrometers 283

2. Beschreibung eines neuen Mechanismus für Haarhygrometer 290

3. Beschreibung eines Mechanismus für das Lowitzsche Hygrometer 297

4. Vergleichung des Steinhygrometers mit dem Haarhygrometer 306

Zusatz. Hochheimers Vorschlag eines Glashygrometers 314

IV. Ueber ein merkwürdiges Phänomen in der Meteorologie, von Herrn von Sauffüre 317

V. Versuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten, von Herrn Grafen Rumford in London. Fortsetzung 323

VI. Beschreibung der verbesserten Luftpumpen von Sadler und Prince 353

VII. Beschreibung einer neuen hydrantischen Maschine der Bürger Montgolfier und Argant 363

VIII. Ueber einige Eigenschaften des Platins, vom Bürger Guyton 369

IX. Ueber die Electricität des Wassers, von J. Bieffy. (Aus einem Briefe.) 375

Ersten Bandes viertes Stück.

I. Beschreibung einer sehr einfachen Luftpumpe, welche die gewöhnlichen an Güte übertrifft, von Herrn D. van Marum in Haarlem 379

II. Ueber den bisher noch nicht beachteten Einfluß der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichts fester Körper, vom Bürger Massentrata 396

III. Vorschläge zur Vervollkommnung der Areometer, von L. A. von Arnim	S. 412
Anmerkung zum Aufsatze des Bürg. Hassenfratz	423
IV. Specifische Gewichte einiger im Wasser auflöslicher Stoffe, bestimmt vom Bürger Hassenfratz	425
V. Bemerkungen über das eigenthümliche Gesetz, wonach erkaltendes Wasser nahe beim Frostopunkte seine Dichtigkeit ändert, und über die auffallenden Wirkungen dieses Gesetzes in der Oekonomie der Natur; sammt Vermuthungen über die Endursache der Salzigkeit des Meers, vom Grafen Rumford in London	436
VI. Einwürfe, welche Herr Prof. de Lüc der Theorie des Grafen Rumford über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten entgegen stellt, mit Bemerkungen des Herausgebers	464
VII. Ueber das Gefrieren des Wassers, vom Prof. Heller in Fulda	474
VIII. Versuche mit künstlicher Kälte; angestellt von Fourcroy, Guyton, dem Grafen von Muffin Puschkin, Zanetti, Rouppe und Hassenfratz	479
IX. Ueber die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die reinen Erden	
1. Brief des Herrn von Humboldt an den D. Ingenhous über die Eigenschaft einiger Erden, die atmosphärische Luft zu zersetzen	501
2. Brief Sauffüre des Sohns, in welchem bewiesen wird, daß die reinen Erden den Sauerstoff nicht absorbiren	505
3. A. F. von Humboldt's Antwort an Delametherie über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden	509
4. A. F. von Humboldt über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden, und über den Einfluß derselben auf die Kultur des Bodens	511
X. Bemerkung gegen Hassenfratz's Behauptung von dem Einflusse der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichts; Hassenfratz's Antwort; Bemerkungen über beide	515

VORREDE.

Das Publicum erhält diese Zeitschrift leider nicht mehr aus den Händen des Mannes, welcher ihre Herausgabe übernommen hatte, und dessen Name auf dem Titelblatte steht. Am 26sten November dieses Jahres endigte Gren seine ruhmvolle irdische Laufbahn, indem sein längst zerrütteter Körper, seit dem 17ten desselben Monats von einem heftigen Fieber überfallen, diesem durch Krämpfe und Blutauswürfe verstärkten Angriffe nicht länger zu widerstehen vermochte. Eine ausführliche Nachricht von den vielen physischen Uebeln, welche der Verstorbene erlitt, wird in seiner Biographie die rechte Stelle finden, deren Herausgabe ich mir an einem andern Orte vorbehalten.

Gren starb für die Wissenschaften zu früh, — dies ist das allgemeine Urtheil der gelehrten Welt: aber er starb auch für seine Familie zu früh, — dies darf man mir glauben, da ich mit ihm verschwistert war, und gleich nach seinem Tode auf einige Zeit hierher eilte, um die Angelegenheiten der hinterbliebenen Familie in Ordnung zu bringen.

Die grössere Hälfte dieses Heftes der Annalen fand ich bei meiner Ankunft schon abgedruckt, und in des Verstorbenen Papieren den Theil des Manuscripts eigenhändig bezeichnet, welcher noch für das erste Heft bestimmt war. Hiernach habe ich den

weitem Abdruck desselben anordnen zu müssen geglaubt.

Da mit Grens Tode das Bedürfniss einer solchen Zeitschrift Behufs der Physik nicht aufhört; so hat die Verlagshandlung die Fortsetzung derselben beschlossen, und dem sonst schon rühmlichst bekannten Herrn Professor Gilbert übertragen. Sie wird durch diesen Tod um so weniger unterbrochen werden dürfen, da sich in den Papieren des Verstorbenen noch Materialien für mehrere Hefte vorgefunden haben, welche dem Herrn Professor Gilbert schon von mir überliefert worden sind. Unter andern erhält das Publicum im folgenden Hefte ein sehr interessantes Fragment zur Geschichte der Physik, welches noch aus Grens Feder geflossen.

Die Korrespondenten des Verstorbenen werden nun hierdurch recht sehr ersucht, dieses Journal auch durch Ihre gütigen Beiträge unter den bisherigen Bedingungen zu unterstützen, und solche an den Herrn Professor Gilbert oder an die Verlagshandlung einzusenden. Denen, welchen Berlin näher gelegen ist als Halle, steht es auch frei, ihre Beiträge an mich zu übermachen, und ich werde mich, zu Begünstigung dieses wissenschaftlichen Instituts, willig der Weiterbeförderung derselben unterziehen. Halle den 13ten Dec. 1798.

KARSTEN,

Königl. - Pr. Oberberggrath.

ANNA-

ANNALEN DER PHYSIK.

I.

BEMERKUNGEN

*über das hydrostatische Cylindergebläse
des Herrn D. BAADER,*

VON

M. A. F. LÜDICE,

Lehrer der Mathematik an der churfürstl. Landschule
in Meissen.

Da das hydrostatische Cylindergebläse des Herrn D. Baader mir bei meinen physikalischen und mechanischen Arbeiten sehr grossen Vortheil gewährt: so wiederhole ich hier die Beschreibung dieses sehr nutzbaren Instruments; theils, um es, wie selbiges es wirklich verdient, bekannter zu machen, theils, um einige Zusätze zu bemerken, die ich zu Vermehrung der Nutzbarkeit desselben und zu meiner Bequemlichkeit beigefügt habe.

Die ganze Einrichtung dieses Gebläses ist *Tab. II. Fig. 4.* in dem zehnten Theile der wahren Grösse vorgestellt. *ab* stellt die längste Seite oder

vielmehr den verticalen Durchschnitt eines Tischblattes vor, welches 1 Dresd. Elle lang, 18 Zoll breit und 1 Zoll dick ist. Das Gestelle dieses Tisches ist hier des Raumes wegen weggelassen worden; es ist übrigens ein ganz gewöhnliches Tischgestelle, dessen Höhe so eingerichtet worden, daß man vor dem Tische sitzen und vor der Löth- oder Glaslampe bequem arbeiten kann. Die Linien *dvfg* stellen den Durchschnitt eines Cylinders von weißem Bleche vor, dessen Durchmesser $9\frac{1}{2}$ Zoll, und dessen Höhe $26\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Er ist oben offen, unten mit einem Boden versehen, und steht vermittelst drey starker Blechfüße so auf dem Tischblatte, daß dessen Achse oder der Mittelpunkt des Bodens sich über dem dritten Theile der Länge des Tischblattes befindet. Durch den Mittelpunkt des Bodens geht eine blecherne, ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll weite Röhre vertical so weit in die Höhe, daß deren obere Kante mit dem obern Rande des Cylinders in einer Ebene liegt. Mit dieser Röhre ist unten eine horizontale Röhre verbunden, welche unterhalb des Bodens angelöthet ist und außer dem Cylinder bey *cd* um 5 bis 6 Zoll vorsteht. Diese Röhre führt einen luftdichten Hahn und hat bei *c* eine sanftconische Mündung, in welche das umwickelte Ende eines krumm gebogenen Lörthrohrs festge-

steckt und nach Erforderniß herumgedreht werden kann. Bei *b'* befindet sich ein Hahn an den Boden angelöthet, dessen Oeffnung durch den Boden geht, und dessen Mündung über den vordern Rand des Tischblattes ein wenig hervorragt. Der Boden des Cylinders muß mit erhabenen oder halbrunden Blechleisten unterhalb sehr gut versehen und gesteißt seyn, damit der ansehnliche Druck des in dem Cylinder befindlichen Wassers den Boden nicht ungleich und uneben oder schief drücken und die Röhre *no* aus ihrer verticalen Lage oder ihre obere Mündung aus der Mitte des Cylinders verrücken könne. In dieser Absicht kann man auch diese Röhre innerhalb durch blecherne Strebebänder mit dem Boden verbinden. Ich habe jedoch dieses nicht nöthig gehabt, da der Boden hinlänglich gesteißt war. In der Mitte seiner Höhe ist dieser Cylinder, da, wo die Blechtafeln zusammengefügt sind, mit einem $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten, etwas erhaben getriebenen Ringe der Festigkeit wegen umlegt. Oben bei *e* ist an den Cylinder eine Schnauze angelöthet, welche die Stelle eines Trichters vertritt, um durch dieselbe das Wasser in den Cylinder bequem gießen zu können.

Der Cylinder *iklm* hält im Durchmesser nur 9 Zoll, und ist also um $\frac{1}{2}$ Zoll kleiner als der vor-

hergehende, damit sich derselbe in dem erstern sanft herauf- und herunterbewegen läßt. Er ist nur so hoch, daß dessen oberer Rand *kl* mit dem Rande *vf* des äußern Cylinders in einer Ebene liegt, wenn derselbe ganz herunter gelassen wird. Die Decke dieses Cylinders, welche ebenfalls mit Blechleisten gesteißt ist, liegt um 2 Zoll tiefer als der obere Rand, und trägt in ihrer Mitte die Röhre *p*, welche 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll weit und $2\frac{1}{4}$ Zoll hoch ist. Sie dient, um den obern Theil der Röhre *no* aufzunehmen, wenn der Cylinder ganz heruntergelassen wird. Auf diese Röhre ist ein luftdichter Hahn gelöthet, welcher mit einer sanft-conischen Röhre von derselben Weite, als bei *c*, verbunden ist, damit die umwundenen Rohre oder Mundstücke der Blasen und Ballons darin befestigt werden können. Unten bei *im* ist dieser Cylinder offen und führt innerhalb drei blecherne Taschen, welche von einander gleich weit entfernt sind, und wovon jede ein Gewicht von einem Pfunde enthält.

Dieser doppelte Cylinder ist durchgängig innerhalb und ausserhalb, um das Rosten an unüberzinnnten Stellen zu verhüten, mit einer Firnisfarbe angestrichen und steht zwischen zwei in das Tischblatt eingezapften Säulen. Die vordere Säule ist mit punctirten Linien bei *qr*, und de-

ten Zapfen, welcher verriegelt ist, bei *q* angegeben. Diese Säulen sind 2 Ellen 8 Zoll hoch und 2 Zoll in das Gevierte stark, und jede derselben trägt eine 12 Zoll lange Leiste *rs* mit einem Strebebande. Beide Leisten sind bei *s* zusammengelegt, und jede führt zwei Rollen, welche zum Schnürentauche dienen. Zwei an den obern Rand des kleinern Cylinders befestigte Schnüre gehen über diese Rollen und vereinigen sich bei *t*, um die hinlänglich tiefe Wageschale zu tragen, in welche das Gewicht zum Aufziehen gelegt wird. Wenn man 9 Pfund in die Wageschale legt, so steht es mit dem Cylinder im Gleichgewichte, 11 bis 12 Pfund dienen zum Aufziehen desselben.

Um dieses Instrument zum Gebrauche einzurichten, läßt man den innern Cylinder ganz herunter, verschließt den Hahn *b*, öffnet den Hahn bei *p*, und gießt durch die Schnauze bei *e* in den Cylinder so viel Wasser, daß dessen Oberfläche um 2 Zoll tiefer steht als der obere Rand des äußern Cylinders, oder daß sie an die Decke des heruntergelassenen innern Cylinders trifft. Hierauf wird der innere Cylinder aufgezo- gen, und der Hahn bei *p* sowohl als bei *c* verschlossen. Das Löthrohr wird in die Oeffnung bei *c* gesteckt, die Lampe vorgerichtet, das Gewicht bis auf 1 oder 2 Pfund aus der Wageschale herausge-

nommen, und der Hahn bei *c* geöffnet; so hat man einen hinlänglich starken Luftstrahl, der vom Anfange bis zu Ende gleiche Stärke behält, und in dieser Rücksicht dem von einem guten Blasebalge mit dem Wiederbläser hervorgebrachten Luftstrahle weit vorzuziehen ist, wenn man auch der Unbequemlichkeit nicht gedenken wollte, welche das Treten oder Ziehen eines Blasebalgs verursacht. Das in dem Cylinder enthaltene Wasser kann durch den Hahn *b* abgelassen werden, wenn man das Instrument nicht mehr braucht.

Bei meinen Arbeiten habe ich bisher keinen stärkern Wind nöthig gehabt, als wenn ich das Gewicht so einrichtete, daß noch 2 Pfund Gewicht in der Wageschale liegen blieben. Rechnet man nun 1 Pfund auf die Friction, so würde hier die Luft mit einem Gewichte von 6 Pfund zusammengedrückt worden seyn. Glaubte man jedoch einen viel stärkern Luftstrahl nöthig zu haben, der von mehr als 9 Pfund bewirkt würde: so dürfte man zwar nur mehr Gewicht in die Taschen bei *im* legen, man würde aber auch die Decke des innern Cylinders 3 bis 4 Zoll unter dem obern Rande anbringen müssen, weil außerdem der viel größere Druck das Wasser zwischen dem innern und äußern Cylinder über 2 Zoll erheben und zum Ueberlaufen bringen würde.

Bei meinen gewöhnlichen Löthrohre geht
dieses Gebläse beinahe eine halbe Stunde unun-
terbrochen fort. Wollte man aber ein Gebläse ha-
ben, welches eine Stunde fort dauerte; so würde
man nicht wohl thun, wenn man die Cylinder
so einmahl so hoch und also unbequem ma-
chen wollte; da bei dieser Einrichtung eine Stube
von mehr als sechs Ellen Höhe erfordert werden
würde. Man dürfte hingegen nur dem Durch-
messer des innern Cylinders, welcher hier 9 Zoll
hält, 13 Zoll geben; so würde ein solches Ge-
bläse bei der angegebenen Höhe und Stärke des
Windes über eine Stunde fortblasen.

Der Nutzen, welchen dieses Gebläse bei dem
Schmelzen vor der Lampe und dem Glasblasen
gewährt, ist nicht der einzige, sondern es ist
auch zu vielen chemischen und physikalischen
Versuchen, so wie es hier eingerichtet ist, sehr
brauchbar.

1. Kann man durch dessen Hülfe mit je-
der Gasart, die sich im Wasser auffangen läßt,
sehr bequem Schmelzversuche anstellen. Sobald
nämlich der innere Cylinder heruntergelassen
worden und die Oberfläche des Wassers die De-
cke desselben erreicht, so ist nur noch der kleine
Raum in der kurzen Röhre *p* und in dem Leit-
rohre *cno* mit gemeiner Luft angefüllt. Wenn

man daher in die obere Oeffnung der Röhre p die umwundene Mündung des Rohrs einer Blase voll Gas steckt, so wird das in der Blase enthaltene Gas bei dem Aufziehen in den Cylinder treten und der Cylinder mit der erwählten Gasart angefüllt werden. Um aber auch die in den Röhren enthaltene gemeine Luft so viel als möglich wegzuschaffen, darf man nach aufgesetzter Blase den Cylinder anfänglich nur ein wenig aufziehen, den Hahn bei p hierauf verschliessen, den Hahn bei c aber öffnen und die in dem Cylinder enthaltene, mit gemeiner Luft gemischte Gasart herausblasen, dieses Verfahren aber ein- oder zweimahl wiederholen. Jedoch hat man auch hier die eigenthümliche Schwere der Gasart mit in Betrachtung zu ziehen. So würde dieses Verfahren bei dem Sauerstoffgas, bei dem Wasserstoffgas, so wie auch bei dem Stickgas und Salpetergas, brauchbar seyn.

2. Kann man jede Gasart, die sich mit Wasser auffangen läßt, vermittelst dieses Instruments auffammeln. Nachdem man den Cylinder heruntergelassen hat, verschliesst man den Hahn bei p und legt in die Wagechale 10 bis 11 Pfund, oder so viel Gewicht, daß der Cylinder bei geöffnetem Hahne sehr langsam in die Höhe gehen würde, welcher aber jetzt bei verschlossenem Hahne

durch den Druck der äußern Luft daran verhindert wird. Wenn man nun durch die Mündung bei *c* die verlangte Gasart, nachdem der Hahn bei *c* geöffnet worden, gehen läßt, so wird der Cylinder in die Höhe gehen und sich mit dieser Gasart anfüllen.

3. Lassen sich auch Blasen und Ballons vermittelst dieses Instruments sehr bequem füllen. Wenn das Instrument mit der verlangten Luftart gefüllt und der Hahn bei *c* verschlossen ist, steckt man das Rohr der Blase oder des Ballons in die Oeffnung der Röhre *p*, und öffnet diesen Hahn; so wird der Cylinder heruntergehen, und die in dem Cylinder befindliche Gasart wird die vorher zusammengedrückte Blase anfüllen.

II.

BEMERKUNGEN

*über die sehr beträchtlich hohen und
großen Feuerkugeln,*

(von

M. A. F. LÜDICKER.

Bergman, in seiner physikalischen Beschreibung der Erdkugel, und einige Naturforscher mit ihm, nehmen drei Gattungen von Feuerkugeln an: 1. niedrige, welche man aus brennbaren und andern Materien erklärt, die sich in der Luft vereinigt und entzündet haben; 2. eine andere Gattung niedriger Feuerkugeln, welche zuweilen bei Donnerwettern entstehen und dem Blitze ähnlich zu seyn scheinen; und endlich 3. sehr beträchtlich hohe und große Feuerkugeln. Die beiden ersten Gattungen, welche bei Erklärung ihres Ursprunges weniger Schwierigkeiten verursachen, will ich hier übergehen; nur die sehr beträchtlich hohen und großen Feuerkugeln verdienen eine nähere Untersuchung.

Kirch ^{a)} sah zu Leipzig 1686 eine Feuerkugel, deren Durchmesser dem Halbmesser des

a) Ephem. natur. curios., an. 1686.

Monds fast gleich war, und bei deren Lichte zu sehen konnte. Sie soll, wie Muffchenbroeck ^{b)} angiebt, 6 Deutsche Meilen hoch gestanden, und ihr Durchmesser soll 335 Schuh betragen haben. Baiti ^{c)} beobachtete zu Bologna 1713 eine Feuerkugel, deren Höhe man auf 10 bis 1000 Schritt (4 bis 5 Deutsche Meilen), und deren Durchmesser man auf 3560 Schuh (2385 Dresdner Ellen) schätzte. Der in Italien 1675 beobachteten Feuerkugel giebt Kavina ^{d)} eine Höhe von 90 Italiänischen (22½ Deutschen) Meilen, und zum Durchmesser giebt er ihr eine Italiänische Meile (3280 Dresdner Ellen). I. Pringle ^{e)} findet die Höhe der in England 1758 erschienenen Feuerkugel zu Cambridge 95, und über Derbyshire ungefähr 72 Englische (ungefähr 23 und 18 Deutsche) Meilen, und ihren Durchmesser zwischen $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Englischen Meile (1640 bis 3800 Dresdner Ellen). Von der in Halle 1762 erschienenen Feuerkugel sagt Silberschlag: ^{f)} ihre

b) Institut. phys., §. 1646.

c) Comment. Bonon., T. I, p. 286.

d) Ephem. Acad. nat. curiosor., Dec. I, an. 8., Append., p. 197.

e) Philos. Transact., Vol. 51. Wittenberg. Wochenblatt, Band 5, S. 351.

f) In seiner Abhandlung von dieser Begebenheit.

Höhe sey bei ihrer ersten Entstehung auf 19 Meilen über die Oberfläche der Erde und ihr Durchmesser auf 3036 Pariser Fuß zu setzen. Die Höhe der bei Paris 1771 zerprungenen Feuerkugel schätzte le Roy, g) als man sie wahrnahm, über 41076 Toisen (über 10 Deutsche Meilen), und ihren Durchmesser über 500 Toisen (über 1700 Dresdner Ellen).

Diese Feuerkugeln haben wegen ihrer ungeheuern Gröſſe und Höhe ſo viel Auffallendes und Unbegreifliches, daß man, um ſich deren Entstehung nur einigermaßen als möglich zu denken, entweder mit Halley zu einer in dem groſſen Weltraume zerſtreueten und von der Erde angezogenen Materie, oder mit Hartſoeker zu den Kometen, oder mit Bergman zu einer gröbern Materie des Zodiakallichtes ſeine Zuflucht nehmen muß. Es heißt daher ſehr wahr in dem Gehlerſchen phyſikalischen Wörterbuche: h) „Alle Naturforſcher geſtehen einmüthig, daß die Urfache und Entſtehungſart der Feuerkugeln von ſo ungeheuern Gröſſen und in ſo beträchtlichen Höhen äußerſt ſchwer zu begreifen ſey.“

g) Mémoires de l'acad. des Sciences, an. 1771.

h) Theil II, S. 236.

Da es nun vorzüglich in dergleichen Fällen, wo die Erklärung sehr schwer oder fast unmöglich wird, höchst nöthig ist, daß man sich zuvörderst von der Richtigkeit der Beobachtungen vollkommen überzeuge; so will ich mich bemühen, die Frage zu beantworten:

Sind denn wohl diese angestellten Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse so richtig und wahr, daß man an dergleichen beträchtlichen Höhen und Größen zu zweifeln keine Ursache hat?

Wenn man die Höhe eines ruhenden Körpers messen will; so muß man an zwei verschiedenen Orten, deren Entfernung bekannt ist, die Winkel messen, welche die Gesichtslinien mit dem Horizonte einschließen: wenn aber die Höhe eines sich bewegenden Körpers gemessen werden soll; so muß die Beobachtung der Winkel entweder vollkommen zu gleicher Zeit geschehen, oder man muß die Länge und Richtung des Weges bestimmen können, den der Körper während des Unterschiedes in der Zeit durchlaufen hat. Da nun desto mehr Genauigkeit in den Winkeln und in der Zeit erfordert wird, je höher der Körper und je größer seine Geschwindigkeit ist: so setzen die Astronomen ihre Werkzeuge vorher in vollkommenen Stand, damit sie den Augenblick nicht

veräumen, in welchem sie ihre Beobachtungen
 anzustellen haben; und dies kann um so leicht-
 er geschehen, da sie die Himmelsbegebenheiten
 grösstentheils viele Jahre vorher wissen. Allein
 wie kann man bei einer so unerwarteten Luf-
 terscheinung, wie die Feuerkugeln sind, an eine
 Vorbereitung denken? Man hat keinen Winkel-
 messer bei der Hand; die Zeit der Beobachtung
 an den verschiedenen Orten ist nicht nach richtig-
 gehenden Pendeluhrn bestimmt worden, son-
 dern man weis nur, daß ein Beobachter an
 dem einen Orte beinahe in eben derselben Vier-
 tel- oder halben Stunde, als der andere an dem
 andern Orte, die Winkel gefunden oder vielmehr
 geschätzt habe; man weis den Weg nicht wel-
 chen der sehr geschwind laufende Körper wäh-
 rend der vernachlässigten Minuten, deren Anzahl
 ebenfalls nicht bekannt ist, gemacht habe; man
 scheint, der grossen Geschwindigkeit die er Ku-
 geln ungeachtet, vergessen zu wollen, daß bei der-
 gleichen Beobachtungen auf eine Minute Zeit sehr
 viel ankomme; und dennoch zieht man aus diesen
 Schätzungsmethoden Folgerungen, denen man
 zum Theil das Ansehen von mathematischen Be-
 rechnungen giebt. Diese und ähnliche Bemerkun-
 gen scheinen mir alle folgende Beobachtungen zu
 bestätigen, welche ich kürzlich durchgehen will.

Maffchenbroeck sagt a. a. O. von der 1696 in Leipzig erschienenen Feuerkugel: „sie ist auch zu Schleiz gesehen worden, welcher Ort 11 Deutsche Meilen von Leipzig entfernt sey. Hieraus könne man schliessen, daß diese Kugel wenigstens eine Höhe von 6 unser Meilen gehabt habe: wenn man die Länge der Meile zu 1000 Fuß setze, so betrage der Durchmesser dieser Kugel 335 Fuß; so wie sie andere bestimmen, würde er noch einmahl so groß seyn.“

Hier werden weder Zeit noch Winkel angegeben, und die Rechnung gründet sich bloß darauf, daß die Kugel an zwei Orten, welche elf Meilen von einander entfernt sind, gesehen worden ist, da doch schon der Mangel an einer genauen Bestimmung der Zeit hinreichend ist, die ganze Angabe der Höhe und GröÙe eines bewegten Körpers ungewiß und unnütz zu machen. Die Feuerkugeln laufen sehr geschwind, wie aus allen den Fällen erhellet, wo deren Geschwindigkeit angegeben wird. Die in Bologna gesehene Feuerkugel soll in einer Secunde 1000 Schritt, die in England bemerkte in einer Secunde 30 Englische oder $7\frac{1}{2}$ Deutsche Meile, und die bei Paris erschienene in einer Secunde 6 bis 8 Stunden Weges durchlaufen haben. Sollte nun auch diese Kugel eine viel kleinere Geschwindigkeit gehabt

und in einer Secunde etwa $\frac{1}{4}$ Deutsche Meile durchlaufen haben, so würde sie den ganzen Weg von 11 Meilen in 44 Secunden vollendet haben; in einer Zeit, deren Vernachlässigung man nicht hat bemerken können, da man nicht einmahl auf Viertelstunden, noch weniger also auf Minuten Rücksicht genommen hat. Aus dieser mangelhaften Angabe läßt sich daher von der Höhe und GröÙe der Kugel gar nichts sagen.

Die Nachricht, welche Balbi der Akademie zu Bologna von der daselbst 1719 erschienenen Feuerkugel gegeben hat, befindet sich sehr ausführlich a. a. O.; seine Rechnungen hat man aber, wie es scheint, wohl überlegt übergangen. Aus dieser Nachricht will ich Alles, was zur Bestimmung der Höhe und GröÙe dienen kann, hier anführen: „Den 22sten Februar 1719 erschien beinahe um 2 Uhr in der Nacht zwischen Morgen und Mitternacht eine Feuerkugel, welche einen langen Schweif hatte. Ihr scheinbarer Durchmesser konnte dem des vollen Mondes gleich geschätzt werden. Nach Briefen guter Freunde war diese Kugel erst über Venedig, und nachher fast durch den Scheitel von Vicenza gegangen, an welchem Orte sie einen starken Schwefelgeruch verbreitet habe. Balbi fragte alle Personen, welche sagten, daß sie diese Kugel gesehen

sehen hätten, mit vieler Mühe und Sorgfalt aus, und liess sich an den Orten, wo sie die Kugel gesehen hatten, den Stand und Lauf derselben mit dem Finger anzeigen. Auf diese Art sammelte er verschiedene Höhen in den Verticalkreisen, durch welche die Kugel ihren Lauf genommen hatte: und da er ausserdem aus nicht unsichern Beobachtungen erfuhr, dass die Kugel zu der Zeit, als sie in dem Verticalkreise von Vicenza war, zu Bologna ungefähr die Höhe von 17 Grad gehabt habe; so erhielt er erstens die Parallaxe der Kugel, da sie sich in dem Scheitel von Vicenza befand, und hieraus folgerte er ihre Entfernung von der Erde und ihre Grösse. Die Entfernung der Kugel von der Erde schien ihm weder über 20000 noch unter 16000 Schritten zu seyn, als sie sich über Vicenza befand. Da diese Kugel 68000 Schritte von Bologna entfernt und ihr scheinbarer Durchmesser in dieser Entfernung dem scheinbaren Durchmesser des Mondes, der ungefähr $\frac{1}{2}$ Grad beträgt, gleich gewesen sey; so folge, dass ihr wahrer Durchmesser 3560 Fuß gehalten habe. Aus der sehr grossen Bahn aber, die sie am Himmel in einer Minute beschrieb, sey leicht zu schliessen, dass sie in jeder Secunde einen Weg von 1000 Schritt und 1530 Fuß gemacht habe; da jedoch ihre Richtung vielleicht

diesen Umständen konnte daher sehr leicht ein Fehler von einer Viertel- oder sogar halben Stunde, wenn man den verschiedenen Gang der Thurm- und Taschenuhren zugleich in Betrachtung zieht, vorfallen.

Ueber die Berechnung des Kavina der in Italien 1676 erschienenen Feuerkugel hat schon Dr. Eberhard i) sehr gegründete Zweifel beigebracht, die ich hier kurz berühren will. Er führt die trigonometrische Berechnung an, vermittlest welcher Kavina aus den Höhen von 70° und 35° zu Florenz und Venedig, und aus dem Unterschiede der Breite dieser beiden Oerter von $1^\circ 52'$ die Höhe der Kugel zu 121000 Schritt, deren 3690000 auf den Erdradius gehen, berechnet hat, und macht folgende Bemerkungen: „Es werde dabei zum Grunde gelegt, daß man beide Höhen zu gleicher Zeit genommen habe; dieses sey aber falsch. Wer da wisse, wie genau ein Mathematicus bei Bestimmung der Höhen und der Zeit am Himmel verfahren müsse, um die Data der trigonometrischen Rechnung recht anzugeben, der begreife leicht, daß alle diese Accurateße bei einer so plötzlich entstehenden Erscheinung nicht angewendet werden könne,

i) Vermischte Abhandlungen aus der Naturlehre, Th. II, S. 170.

und die ganze Rechnung daher vergeblich sey. Die Feuerkugel; die sich sehr schnell bewege, könne an mehreren Orten ihres schiefen Fortrückens wegen gesehen werden, als es sonst ihrer Höhe nach würde möglich gewesen seyn, wenn sie still gestanden oder senkrecht gefallen wäre. Ueber dieses sey die beobachtete Höhe der Feuerkugel zu Venedig gar zu schlecht und unbestimmt. Ein Unbekannter gebe die zu Venedig gefundene Erscheinung so an. Es sey das Phänomenon an dem Orte des Horizonts entstanden, wo damals im März die Sonne aufgehe, und habe fast eben den Weg genommen, den die Sonne zu nehmen pflege. Daraus schliesse Kavina, die grösste Höhe der Feuerkugel müsse der Mittagshöhe der Sonne gleich gewesen seyn. Diese aber betrage zu Venedig $49^{\circ} 30'$, wofür er aber nur 35° annehmen wolle. Welch eine unbestimmte Observation!“ ruft D. Eberhard aus. „Wie wäre man im Stande, daraus etwas mit Gewisheit zu schliessen? Ein Unterschied von etlichen Graden in der beobachteten Höhe mache einen Unterschied von etlichen 1000 Schritten in der wahren Höhe der Kugel.“ Hierauf führt er unter andern noch den wahrscheinlichen Grund gegen die angebliche Grösse dieser Kugeln an: „Man habe sehr viele Beispiele solcher Kugeln, die

auf die Erde gefallen wären; man hat aber kein Beispiel, daß eine Kugel von 100 oder mehr Ruthen im Durchmesser auf die Erde gefallen sey, wie doch dieses einmahl bei der großen Menge der seit 200 Jahren gesehenen Feuerkugeln müsse geschehen seyn, wenn sie wirklich so groß wären.“

Ich bemerke nur noch hierbei, daß diese Kugel, vermöge der großen Geschwindigkeit, welche man bei den Feuerkugeln beobachtet hat, den Weg von Florenz bis Venedig in einigen Minuten gemacht haben könne. Da nun bei dieser Art der Beobachtung 8 bis 10 Minuten gar nicht zu bemerken sind; so kann man für diese Kugel eine jede Höhe annehmen. Sie kann sich in einer Höhe von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Meile fortbewegt haben, und dennoch unter den angegebenen Winkeln an beiden Orten sichtbar gewesen seyn.

Die Beobachtungen, welche J. Pringle zu Bestimmung der Höhe und Größe der in England 1758 erschienenen Feuerkugel angiebt, sind nicht sicherer, als die vorhergehenden. Ich will sie hier nicht wiederholen, da sie in dem 5ten Bande des Wittenberg. Wochenblatts, S. 351, hinlänglich ausführlich enthalten sind. Er sammelt Nachrichten und Beobachtungen anderer Personen, schätzt die Winkel und vernachlässigt

der Beobachtung der Zeit bei einer Kugel, für welche er eine solche Geschwindigkeit annimmt, daß sie 80 Meilen in einer Secunde habe durchlaufen können. Wollte man die von ihm angegebenen Höhe von 72 Meilen bis auf $\frac{1}{2}$ Meile herabsetzen; so würde diese Kugel in einer Secunde etwa $\frac{1}{2}$ Meile zurückgelegt haben, und man würde nur eine Minute haben vernachlässigen dürfen, um sie an zwei Orten, welche 15 Meilen von einander entfernt sind, zu gleicher Zeit, diese vernachlässigte Minute ausgenommen, sehen zu können. Es sind daher diese Schlüsse eben so unsicher als die vorhergehenden. Der Silberschlagischen Bestimmung der Höhe der bei Halle erschienenen Feuerkugel mangelt ebenfalls die genaue Beobachtung des Winkel und der Zeit. Man kann daher mit dem Herrn Dr. Eberhard, a. a. O., eben dieselben Bemerkungen machen, welche bei der Berechnung des Kavina angeführt worden sind.

Die Beobachtungen der bei Paris 1771 zerbrungenen Feuerkugel haben etwas mehr Genauigkeit; ich halte es daher für nöthig, aus der Abhandlung des Herrn le Roy dasjenige auszuziehen, was auf die muthmaßliche Bestimmung der Höhe dieser Kugel einigen Einfluß haben kann.

„Den 17ten Julius 1771 Abends um halb 11 Uhr erschien plötzlich eine große Feuerkugel. Nachdem diese Kugel einen Theil des Himmels in der äußersten Geschwindigkeit in einer gegen die Erde sehr geneigten Richtung durchlaufen war, schien ihre Bewegung langsamer zu werden. Als die Kugel gleichsam stillstehend geworden war, nahm sie eine etwas längliche Gestalt, wie die einer Birne, an, und in ihrer Mitte sah man Aufwallungen, die mit einer rauchenden Materie verbunden waren, und nachdem sie sich in ihrer Bewegung gleichsam erschöpft hatte, zerplatzte sie und streute eine große Menge leuchtender Theile, wie bei dem künstlichen Brillantfeuer, umher. Viele Personen bildeten sich ein, daß diese leuchtenden Theile auf die Erde gefallen wären. Diese Lufterrscheinung dauerte zu Paris nicht länger als 4 Secunden; ich sage: zu Paris, weil man, wie ich gewiß weiß, ihren Anfang in dieser Stadt nicht bemerkt hat. Die Kugel hatte in dem Augenblicke des Zerplatzens beinahe die Höhe von 45 Graden, und schien 12 bis 15 Zoll im Durchmesser zu halten, welcher aber einigen Beobachtern in der Gegend von Corbeil und Melün größer zu seyn schien. Ungefähr 2 Minuten nach dem Zerplatzen bemerkte man ein Getöse, welches Einige mit einem ent-

fernten Donnerfchlage, Andere mit dem Rollen
 eines auf dem Pflaster schnell fahrenden Wagens,
 und noch Andere mit dem Einstürzen eines Gebäu-
 des verglichen. In der Gegend um Melün schien
 dieser Schall am stärksten zu seyn. Nachdem ich
 die Luftererscheinung beschrieben habe, muß
 ich noch die merkwürdigsten Umstände bei ihrer
 Erscheinung untersuchen. Ich muß aber bekennen,
 daß es, aller Mühe ungeachtet, die ich mir
 gegeben habe, um genaue, und solche Beobach-
 tungen zu sammeln, die mir diese verschiedenen
 Umstände hätten aufhellen können, mir nicht
 gelungen ist, davon so bestimmt reden zu kön-
 nen, als ich wünschte. Das Erstaunen und der
 Schreck, welche diese Art Luftererscheinungen
 verursachen; die reißende Geschwindigkeit ih-
 rer Bewegung, vermöge welcher sie fast in dem-
 selben Augenblicke entstehen und verschwinden:
 alles dieses vermindert die Anzahl solcher Beob-
 achter, welche fähig sind, von ihrer Erschei-
 nung genaue Rechenschaft abzulegen. Die Beob-
 achtungen, welche den Ort ihres Zerspringens
 genau anzeigen könnten, weichen so sehr von
 einander ab, daß ich eine genauere Bestimmung
 anzugeben nicht im Stande bin, als daß die Ent-
 fernung nicht viel über 9 bis 10 Meilen betrage,
 wenn man die Gegenden in Betrachtung zieht,

wo das Getöse, welches auf das Zerspringen folgte, zu hören war. Jedoch scheint es eine leichte Rechnung ausser allen Zweifel zu setzen, daß sie bei ihrer ersten Erscheinung eine Höhe von mehr als 41076 Toisen oder 18 Meilen gehabt, und daß sie sich in dem Augenblicke des Zerspringens über 20598 Toisen oder 9 Meilen über dem Horizonte befunden habe: eine Höhe, welche sehr gut mit der Höhe übereinkommt, welche der Unterschied von 2 Minuten giebt, den man zwischen dem Zerspringen und der Erschütterung bemerkt hat.“

In einer Note zu den Worten: 9 Meilen, wird bemerkt: „Da die Kugel nach neuern Beobachtungen nur in der Entfernung von 8 Meilen von Paris zersprungen sey, so folge, daß diese Höhe zu groß, und daß sie nicht größer als ungefähr 18300 Toisen anzunehmen sey.“

Nachdem nun Herr le Roy auch hier über die große Verschiedenheit der Beobachter in der Dauer dieser Erscheinung geklagt hat, bemüht er sich, ihre Geschwindigkeit zu schätzen, und fährt also fort: „Da jedoch die einsichtsvollesten Personen 4 Secunden festsetzen, und da die größte Anzahl sie nicht in dem Augenblicke ihrer Entstehung gesehen hat; so setze ich voraus: daß man durchgängig diese Dauer zu kurz angege-

len habe; daß man die Kugel in der ersten Zeit ihrer Erscheinung in der Atmosphäre nicht gesehen habe; und daß die Zeit ihrer Bewegung bis dahin, als man sie wahrnahm, der Zeit gleich sey, während welcher man sie gesehen hat.“

„Solchemnach nehme ich der Kürze wegen an, daß der Zeitraum zwischen dem ersten Augenblicke ihrer Erscheinung bis zu dem, da sie zerbrach, 10 Secunden betragen habe. Da sie nun während dieser Zeit eine Linie von mehr als 60 Meilen ^{k)} Länge oder über $2\frac{1}{2}$ Grad, nämlich von den Küsten Englands bis nach Melün, durchlaufen ist; so folgt, daß, aller meiner auf die Verminderung ihrer Geschwindigkeit abzielenden Voraussetzungen ungeachtet, sie noch unglaublich groß sey, denn sie beträgt über 6 Meilen in einer Secunde. Hierbei ist noch zu bemerken, daß ich bei dieser Schätzung weder die Linie, welche sie in einer gegen die Erde so geneigten Richtung beschrieb, noch diesen Umstand in Betrachtung gezogen habe, daß sie in einem Punkte ihren Anfang nahm, der mehr als 18 Meilen hoch war.“

Aus diesem Auszuge sowohl als aus mehreren Stellen der Abhandlung erheller, daß Herr le

k) Lieues, von welchen 25 auf einen Grad gehen.

Roy die Unsicherheit und Unzulänglichkeit der Beobachtungen sehr wohl eingesehen hat, und daß er nur ihre Höhe und Geschwindigkeit schätzungsweise habe angeben wollen. Die größere Höhe von 18 Meilen hat nur muthmaßlich doppelt so groß als die kleinere Höhe aus dem scheinbaren schiefen Laufe der Kugel angegeben werden können; denn er hat für den höhern Stand der Kugel keine Beobachtungen weder den Winkel noch der Zeit. Allein die kleinere Höhe an dem Orte des Zerspringens würde sich sicher haben bestimmen lassen, wenn die Entfernung dieses Orts genau bekannt, und der Winkel in dem Augenblicke des Zerspringens genau gemessen worden wäre.

Die Entfernung dieses Orts von Paris wird in der Abhandlung 9 bis 10 Meilen angegeben; in der Note wird sie bis auf 8 Meilen vermindert. Man kann es daher niemanden verargen, wenn er auch diese 8 Meilen in Zweifel zieht. Wohl man aber auch diese Entfernung von 8 Meilen an richtig gelten lassen; so werden dennoch in Ansehung des Winkels folgende Fragen entstehen: Hat man wohl den Winkel genau in dem Augenblicke des Zerspringens beobachtet, und wie hat man ihn geschätzt? In Ansehung der ersten Frage sagt zwar Herr le Roy: in dem Augenblicke

des Zerspringens; allein man ist dessen ungeachtet noch ungewiss, ob diese erforderliche Genauigkeit bei einer so blendenden und so äusserst schnell laufenden Lufterscheinung habe beobachtet werden können. Eine einzige vernachlässigte Secunde Zeit würde die Höhe derselben über dem Horizonte um den vierten Theil vermindert haben. Es ist aber auch der Winkel zu unsicher und gewiss zu groß angegeben worden. Es heisst nämlich: étoit élevé de 45 degrés ou à peu près. Aus der Art der Beobachtung sieht man sehr leicht, warum Herr le Roy die runde Zahl, des halben rechten Winkel, annahm; weil er nämlich ohne Winkelmesser mit dem bloßen Auge den Winkel nicht genauer angeben konnte, und weil dieser Winkel zugleich die Höhe der Kugel ihrer horizontalen Entfernung gleich machte. Da man aber auch hieraus sieht, daß der Fehler mehrere Grade betragen haben könnte; so kann dieser Winkel eben sowohl 40 oder 35 Grade enthalten haben. Bei diesen Annahmen würde sich die Höhe bis 6,7 oder 5,6 Meilen vermindern. Diese Höhen werden jedoch noch viel kleiner, wenn die Beobachtung des Winkels nicht hinlänglich genau in dem Augenblicke des Zerspringens gemacht und die Entfernung zu groß angegeben worden seyn sollte; welches die

130
131
die und die unsichern Beobachtungen weniger wahrscheinlich machen.
Zwar Herr le Roy, daß die Höhe, welche
sehr gut mit der Höhe übereinstimmt, welche
2 Minuten Zeitunterschied zwischen
springen der Kugel und dem geräuschende
gebe. Wäre aber dieses sicher große
die in der Note verbesserte Höhe großen Er
ist nicht genau; denn es heißt: ein Haus im
ou environ. Da sich aber der Schall, - Bewegung
Beobachtungen, in einer Se- chüung
173 Toisen fortbewegt; so darf man noch
Secunden, und also noch nicht um ich
irren, um eine ganze Meile zu vernach- mäßig
Jedoch kommt es auch hierbei auf die ge-
ang der Beobachter an. Es wird hier beob-
merkt, an welchen Orten sich die Beob- eben
befunden haben; sondern nur angeführt, Neb-
der Schall in der Gegend um Melün am
ten gewesen sey. Man ist daher sehr un-
ob diese 2 Minuten bei Melün, oder in
oder mehrerer Meilen Entfernung von Me-
beobachtet worden sind.
So ungewiß und unsicher nun alle diese An-
gen und also auch die daraus gezogenen Folge-
gen sind; so wird die angegebene beträchtl.

e noch weniger wahrscheinlich, wenn
ere in dieser Abhandlung angeführte
ngen, welche weniger Uebung und
gutes Auge voraussetzen, in Betrach-
ht.

er Mitte der Kugel sah man Aufwallun-
eine rauchende Materie. Ist dieses wohl
so grossen Entfernung möglich? Ein
der ein Haus im vollen Feuer gesehen hat,
nit mir darin übereinstimmen, daß man, um
mern Bewegungen der Flamme und die in-
Abwechselungen des Rauchs mit der Flam-
zu sehen, noch nicht $\frac{1}{2}$ Meile davon entfernt
m dürfe. Ich glaube vielmehr, daß dieses
aum mit mäßig stark vergrößernden Handper-
spectiven geschehen könne. Daß aber ein oder
mehrere Beobachter hierbei gute Fernröhre ge-
braucht haben sollten; dieses zu glauben, hat man
gar keine Ursache, weil Herr le Røy, der in
andern Nebenumständen sehr ausführlich ist,
nichts davon gesagt hat.

Als die Kugel zersprang und sich zertheilte,
haben viele Personen verschiedene leuchtende
Theile auf die Erde fallen sehen. Diese Bemerkungen erklärt Herr le Roy für Einbildung, weil es freilich nicht glaublich ist, daß diese Theile von einer so grossen Höhe noch leuchtend auf

die Erde fallen sollten: allein, wenn diese Kugel, — als sie zersprang, etwa eine halbe Meile hoch, oder noch niedriger gestanden hätte; wenn alle die ohne Werkzeuge gemachten Beobachtungen, des Winkels und der Zeit ganz unsicher wären, welches ich bewiesen zu haben glaube: welche Erfahrungen soll man nun als wahr annehmen? Etwa jene unsichern Beobachtungen, welche zu Fehlschlüssen verleiten? oder diese reinen Erfahrungen, welche jedermann, wenn er nur gesunde Augen hat, machen kann? Ich glaube, letztere sind jenen vorzuziehen.

Wenn man nun alles das, was hier über diesen Gegenstand gesagt worden ist, gegen einander hält; so scheint wenigstens so viel hinlänglich erwiesen zu seyn: daß man bis jetzt noch keine einzige Beobachtung habe, aus welcher man sicher schliessen könne: daß es eine Feuerkugel in so beträchtlicher Höhe gegeben habe.

III.

U e b e r

*die Phänomene natürlicher Phosphore
in atmosphärischer Luft, in Sauerstoff-
gas und andern Gasarten,*

v o n

Bürger LAZARO SPALANZANI
zu P a v i a. *)

§. I.

Zu meinen bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen über das Leuchten bediente ich mich bloß des Kunkelschen Phosphors. Wir wissen aber, daß es auch Phosphore von anderer Beschaffenheit giebt, theils solche, die es erst durch gewisse Umstände geworden sind, wie einige in Fäulniß begriffene Holzarten und Thiere, oder es schon von Natur sind, wie manche Fische, Würmer und Insecten. Die Beobachtung

*) Chimico Essame degli Esperimenti del Sign. Göttling sopra la luce del fosforo di Kunkel osservata nel aria commune, ed in diversi fluidi aeriformi permanenti, nella qual occasione si esaminano altri fosfori posti dentro ai medesimi fluidi, e si cerca se la luce solare guasti il gaz ossigeno, del Cittadino Lazaro Spalanzani. In Modena 1796, 8. p. 119 etc.

verschiedener Phänomene des Kunkelschen Phosphors in permanent-elastischen Flüssigkeiten reizte meine Neugierde, einige Untersuchungen über die Phänomene jener andern Phosphore in denselben Flüssigkeiten anzustellen, und die Neuheit des Gegenstandes gab meinen Nachforschungen einen noch stärkern Sporn. Zuerst wählte ich solche Holzstückchen, die man im Sommer zuweilen des Nachts leuchten sieht, und in einigen Gegenden Italiens *Fuochi matti* nennt. Eins derselben wurde mir im August 1795 von Bauern auf den Bergen von Modena gezeigt, wo ich damals mich befand. Es war dies der Stumpf eines Kastanienbaums, der alle Vegetationskraft verloren hatte und sich im Zustande einer ziemlich starken Fäulniß befand. Durch das beträchtliche Verflüchtigen seiner materiellen Grundbestandtheile war er leicht, zart, zerreiblich und weißlich von Farbe geworden. Nachts glich er von weitem einem äußerst matten Feuer. Ich schnitt mehrere Späne davon ab, theilte diese in feine Blättchen und steckte einige davon zuerst in ein bloß mit atmosphärischer Luft gefülltes Eudiometer, um die Wirkung wahrzunehmen. Im Dunkeln leuchtete jedes Blättchen sehr gut; ebenso, wenn das Eudiometer voll Wasser war. Statt dessen reines Stickgas angewendet, bemerkte

am in 7 Minuten keinen Unterschied; dann aber wurde das Licht immer schwächer, und nach einer halben Stunde verschwand es völlig. Diese langsame Abnahme des Lichts glich der Flamme einer angezündeten Kerze, die in verschlossenen Räume allmählig verschwindet und klein wird.

§. 2.

Der Phosphor, in kleine Blättchen gerheilt und 3 Stunden in diesem Gas gelassen, blieb fortwährend dunkel. Man hob hierauf das Eudiometer aus dem Wasser, in welches es gestürzt war, und verstellte so der atmosphärischen Luft den Eintritt. In wenigen Minuten erhielt der Phosphor sein Licht wieder, doch matter als zuvor; seinen ursprünglichen Glanz aber bekam er erst völlig, als man das Eudiometer von neuem bloß mit atmosphärischer Luft füllte und die vorige Mischung völlig herausgelassen war.

§. 3.

Ich bemerkte, daß sein Glanz in dem mit Sauerstoffgas gefüllten Eudiometer über alle Massen lebhaft war. (Ich hatte jenes Gas, in wohl verschlossenen krySTALLenen Flaschen, nebst einem Eudiometer, mit auf die Berge genommen.)

§. 4.

Ich stellte nun neue Versuche folgendergestalt an: Neben jene leuchtenden Späne legte ich Kunkelschen Phosphor ins Eudiometer. Da diese bloß atmosphärische Luft enthielt, leuchteten sie sogleich, welches auch beim Phosphor erfolgte. Sein Licht dauerte wie gewöhnlich bis zur Zersetzung der Luft von 20 Gr. Sauerstoffgas, während das der Späne, langsam abnehmend, bei 16 Gr. völlig aufhörte. Nun hob ich das Eudiometer aus dem Wasser, worauf die fehlenden 20 Gr. Sauerstoffgas alsbald durch atmosphärische Luft ersetzt wurden, und sogleich erhielten auch die Späne ihren Glanz wieder.

§. 5.

Das halbfaule Kastanienholz behielt seinen phosphorischen Charakter nur 2 Tage. Ein dergleichen Stück von der Wurzel einer Buche, das man mir in der Folge brachte, behielt sie 3 Tage hindurch. Hieraus erkannte ich, daß die Eigenschaft, zu leuchten, nur auf eine gewisse Zeit beschränkt sey, die ohne Zweifel von dem Grade der Fäulniß abhängt, worin sich jene ihrer organischen Kraft beraubten Substanzen befanden. Es wäre überflüssig, auch die Resultate anzugeben, die dieser zweite, bald in reines Sauerstoffgas oder

Stickgas, bald in die mit diesen Gasarten ver-
mischte atmosphärische Luft getauchte Phos-
phor lieferte, da sie durchaus nicht wesentlich
von den beim ersten bemerkten abwichen.

§. 6.

Auf dem Orte, wo ich diese Experimente
machte, konnte ich mir aus Stumpfen Wasser-
stoffgas verschaffen, und in diesem stellte ich fer-
tere Versuche mit meinen beiden phosphorischen
Substanzen an; doch verhielten sie sich wie im
Stickgas: das Licht war nämlich von kurzer
Dauer. Hob ich das Eudiometer gerade aus dem
Wasser und ließ die atmosphärische Luft hinein-
treten, so erneuerte sich der Glanz nicht; oder
geschah dies, so blieb er äußerst matt. Der Grund
davon ist sehr klar. Obgleich nämlich das Was-
serstoffgas, mit Stickgas vermischt, schwerer
wird, als es zuvor rein war, so blieb es doch fort-
dauernd leichter als atmosphärische Luft. Trat
es nun unter dem Eudiometer auch in Berührung
mit atmosphärischer Luft, so ging dieselbe nur eine
geringe oder fast gar keine Mischung damit ein,
und daher blieb auch der Phosphor ganz oder
größtentheils dunkel. Drehte ich aber das Eu-
diometer herum, statt es gerade aus dem Wasser
zu ziehen, so kam das Wasserstoffgas unten, und

wurde jetzt von der schwerern atmosphärischen Luft heraufgetrieben und verdrängt: daher die Erneuerung des Lichts.

§. 7.

An diese Beobachtungen über die phosphorartigen Hölzer reihen sich einige wenige andere, die ich im folgenden September in Venedig mit dem *Tintewurme*, (*Sepia officinalis*,) anstellte. Lebendig leuchtet er nicht, sondern bloß im wirklichen Zustande der Fäulniß. Ich konnte zwar nur Einen untersuchen, doch geschah dies im Zeitpunkte seines stärksten Phosphorescirens. Ich legte einige Stückchen desselben unter das Eudiometer, und bemerkte: 1. daß ihr Licht in atmosphärischer Luft und in Seewasser gleich hell war; 2. daß es im Stickgas völlig verschwand; 3. daß der Glanz einigermaßen zurückkehrte, wenn man dieses Gas mit atmosphärischer Luft vermischte; 4. daß das Licht doppelt so stark im Sauerstoffgas als in atmosphärischer Luft funkelte.

Wie sehr stimmen alle diese Beobachtungen mit denen überein, die oben vom phosphorischen Holze erzählt wurden!

§. 8.

Ich hätte gewünscht, mit der Untersuchung dieses todten phosphorischen Thieres ebenfalls

der lebenden, die Gewässer bewohnenden, Schöpfe, wie der *Pennatula* und der phosphorischen *Medusen* unter andern, verbinden zu können; doch mußte ich diesen Wunsch bis auf fernere Kreifzüge in beiden Meeren verschieben, da die zwei Arten wohl im mittelländischen, nicht im Adriatischen Meere gefischt werden. Um jedoch in der Zeit, die ich hierauf fern dem Meere zubrachte, meine Versuche über diese phosphorischer Natur fortzusetzen, richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die *Johanniswürmchen* (*Lucciole terrestris*), da ich sie wegen der großen Menge, die man in den ebenen Gegenden Italiens gegen das Ende des Frühlings von ihnen antrifft, nach Gefallen untersuchen konnte. Es giebt deren zwei Arten: eine ungeflügelte, die an der Erde fortläuft; die andere beflügelt, die sich bei einbrechender Nacht zu erheben anfängt. Erstere nennt man gewöhnlich *Luccioloni*, letztere *Lucciole*.

§. 9.

Einige kurze vorangeschickte Notizen über die Leuchten beider Insectenarten werden das Verständniß der folgenden von ihnen zu erzählenden Dinge erleichtern. Im Mai zeigen sich die kriechenden *Johanniswürmchen*, *Luccioloni*, (ich werde diesen Namen beibehalten,) zuerst Nachts,

entweder im Laube oder Rasen, oder unterhalb an Mauern, welche Höhlungen haben, in die sie sich den Tag über verstecken. Ihr Glanz macht sie schon von weitem sichtbar, und giebt auch die Richtung an, die man nehmen muß, ihrer habhaft zu werden. Dieser Glanz ist nicht wie bei den *fliegenden* Johanniswürmchen, (*Luciole*,) unterbrochen und aussetzend, sondern fortwährend und bleibend; doch nur so lange sie in Freiheit sind. Gefangen besitzen sie die Kunst, diesen Glanz zum Theil oder völlig zu verbergen. Eben so ziehen sie ihn ein, wenn man sich ihnen nähert, als merkten sie gleichsam die Falle, die man ihnen stellt. Dieses Licht ist in den vorletzten Ring des Bauches eingeschlossen; der ins Weiße spielt, da die andern schwarz sind.

Drückt man im Dunkeln den Bauch leicht zwischen Zeigefinger und Daumen, und hält das Hintertheil desselben fest, so vergehen etwa 10 Minuten, in welchen das Insect völlig dunkel bleibt. Dann wird es plötzlich wieder im vorletzten Ringe, den man auch Nachts deutlich von den übrigen unterscheidet, hell, und glänzt mit bläulichem Lichte. Hierauf verdunkelt es sich abermals, und diese Lichtabwechselungen erfolgen der Zeit nach ganz unregelmäßig. Eben das geschieht, wenn man es irgend worauf laufen läßt;

einmal gefangen zeigt das Thierchen selten ununterbrochen sein voriges Licht. Gleichwohl giebt es ein Mittel, dies, obschon in weit schwächerem Grade, zu bewerkstelligen: Man öffnet nämlich mit der Spitze einer Schere den Ring, vor dem das Licht ausfließt, und läßt die darin schlossene thierische Substanz heraustreten, die in Weisse spielt, geringe leuchtet, und in diesem Zustande, auch vom Körper getrennt, einige Zeit verharret.

10.

Ich brachte eines der Luccioleni, das in atmosphärischer Luft in meiner Hand unterbrochen geleuchtet hatte, aus dieser Luft unter das Endiometer aufs Wasser. Es fuhr fort, absatzweise zu glänzen; alle Helligkeit aber verlor sich im Stickgas. Sie wurde durch Restitution von atmosphärischer Luft wiederhergestellt und durch Sauerstoffgas verstärkt. Zwei andere Gasarten, kohlenfaures und Wasserstoffgas, verlöschten wie Stickgas den Glanz. Holte ich mit einem Messer den leuchtenden Antheil des Thiers heraus, so wurde er bei der Berührung von Stickgas, Wasserstoffgas und kohlenfaurem Gas, die ich einzeln unter das Endiometer treten ließ, dunkel, und durch das Sauerstoffgas wieder sehr funkelnd.

vielen Männchen dienen müsse, wie man es von der Bienenkönigin glaubte.

§ 13.

Eine ins Genaue gehende Beschreibung dieses Insects wäre hier am unrechten Orte; doch hiesse es unvollständig seyn, wenn ich nicht wenigstens einen Abriss jener Theile hinwerfen wollte, die unmittelbaren Bezug auf die gegenwärtigen Untersuchungen haben. Wir wissen, daß das Licht der Thierchen nicht im ganzen Körper verbreitet ist, sondern sich bloß über die beiden letzten Bauchringe erstreckt, die ich der Kürze halber den *leuchtenden Bauch* nennen will. Dieser Bauch ist mit einem zarten, feinen, durchsichtigen Häutchen bedeckt, das eine weisse, klebrige, weiche Materie einschließt, die man den *Behälter des Lichts* nennen könnte. Daher scheint der *leuchtende Bauch* auch weifs gegen die andern schwärzlichen Ringe; er macht ein starkes Viertheil der Lucciola aus, die gewöhnlich vier Linien lang und eine breit zu seyn pflegt. Wenn man eine mit dem Rücken auf einer Fläche befestigte Lucciola microscopisch untersucht, so erscheint zwar die ganze Haut glänzend, doch bemerkt man einige vorzüglich helle Punkte, welche auf die Vermuthung leiten, daß ungemein feine Löcherchen auf dieser Haut den

Durchgang des darunter liegenden Lichts erleichtern. Dies bestätigt auch die Erfahrung. Denn wenn man diese leuchtende Haut vom Bauche ablöst und dem Tageslichte aussetzt, so finden sie ganz mit höchst kleinen Oeffnungen durchbohrt, beinahe wie die Schale eines gegen die Sonne gehaltenen Eies. Diese Löcherchen sind also eben so viele enge Durchgänge, die der Luft den Eintritt in den leuchtenden Bauch verschaffen. Trotz aller meiner Bemühungen aber gelang es mir dennoch nicht, die Organe, deren die Lucciole sich zum Athmen bedienen, oder auch ihre äußern Luftröhren aufzufinden. Wenn ich sie hingegen unter Wasser tauchte und mit einem Federchen darüber wegfuhr, um die anhängende atmosphärische Luft fortzubringen, so bemerkte ich viele Bläschen, die, wie ich deutlich sah, aus ihrem Innern hervorgingen; besonders beim Streichen und Beunruhigen ihres Körpers. Vorzüglich stieg die Luft aus dem gleichfalls unter Wasser sich befindenden Bauche wie Ströme von Bläschen auf, als ob sie mit Zangenspitzen aus dem Innern gezogen würden. Verdünnt man die weiße und klebrige Substanz, woraus der Bauch besteht, ein wenig mit Wasser, und betrachtet sie durch eine scharfe Linse, so wird man gewahr, daß sie aus einer ungeheuern Menge

weißer und halbdurchsichtiger, etwas länglicher Kügelchen von verschiedener Grösse und aus einer grossen Anzahl unregelmässiger Theilchen gebildet ist, welche letztere ich für ein Gebröckel zerquetschter Kügelchen hielt. Merkwürdig ist es, daß die Kügelchen, welche, zu einem Ganzen verbunden, leuchten, an Licht abnehmen, sobald man sie vereinzelt, und es gänzlich verlieren, wenn man sie vollkommen trennt.

§. 14.

Jetzt ist es nöthig, von den verschiedenen Lichterscheinungen zu reden, die man bei diesen kleinen Thierchen wahrnimmt, wenn man sie sowohl in atmosphärischer Luft als auch in andern Gasarten beobachtet, und dann endlich zu suchen, das Interessanteste, was ich bei diesen animalischen und vegetabilischen Phosphoren wahrnahm, zu erklären, ohne jedoch bei diesen Erklärungen von der festen und deutlichen Theorie der neuern Chemie abzuweichen.

Sieht man die Johanniskwürmchen im Dunkel der Nacht in der Luft herumschwärmen, so zeigen sie einige Augenblicke einen lebhaften Glanz, während dessen sie in andern ganz unscheinbar sind; und diese Abwechselung von Licht und Finsterniß findet fortwährend statt. Betrachtet

man sie aber in der Nähe in einem kleinen finstern Zimmer, so entdeckt man, daß ihre Dunkelheit nicht absolut ist, sondern bloß in einem schwachern Lichte besteht, das sich, von ferne gesehen, verliert.

Wirden wir daher ein Johanniskwürmchen in die Hand, so bemerken wir im leuchtenden Baue eine zitternde Bewegung, (*Movimento di scintillazione*,) die sich bald verstärkt und den Glanz verdoppelt, bald aufhört und ihn beträchtlich schwächt. Die *Luccioloni* senden ihr Licht aus, wenn es ihnen gefällt; nicht so die *Lucciole*: sie aber ist, daß die zitternde Bewegung in ihnen, und mithin auch das Funkeln des Lichts, aufhört, wenn man sie eine Zeit lang betastet; nichts desto weniger aber bleibt doch eine ziemliche Helligkeit.

§. 15.

Die überflüssige Menge der fliegenden Johanniskwürmchen und ihr beharrliches Leuchten veranlaßten mich, über sie eine Zahl von Versuchen anzustellen, die die Seltenheit der kriechenden Johanniskwürmchen und das Unbeständige ihres Lichts mir nicht vergönnten. Fängt man sie und verwahrt sie frisch in einer Schachtel und andern Behältnissen, so behalten sie nicht allein einiges Licht bis zu ihrem Tode, sondern auch noch

nach demselben, so lange der leuchtende Körper im Geringsten weich ist.

Selbst aufgetrocknet fängt er nicht selten wieder an zu leuchten, wenn man ihn im Wasser erweicht. Nie aber ist kurz vor dem Tode und nach demselben das Licht von so intensiver Stärke, als wenn die fliegenden Johanniswürmchen in voller Kraft sind.

§. 16.

Einen Unterschied aber macht es, ob das Auf-trocknen des leuchtenden Bauchs langsam und bei einer gelinden Temperatur, wie zwischen 15 bis 20 Grad, oder durch eine jähe Hitze erfolgt, wie wenn man die Lucciole der Sonne in einer Temperatur von 35 oder 40 Grad aussetzt; denn im letztern Falle sind wenige Stunden nicht allein hinreichend, den leuchtenden Bauch völlig auszudörren, sondern ihn auch zum fernern Leuchten unfähig zu machen, selbst wenn man ihm auch durch Wasser die vorige Weichheit wiedergäbe. Dasselbe bewirkt bis zu 60 Grad erhitztes Wasser, in welches man die leuchtenden Bäuche wenig Minuten stellt. Man muß also annehmen, daß die zu große Wärme entweder den Zusammenhang unter den kleinsten Grundmassen des leuchtenden Bauches aufhebt, oder sie wenigstens

igstens dergestalt desorganisirt, daß sie unfähig werden, Licht hervorzubringen.

§. 17.

Wenn schon die zitternde Bewegung für das Licht, von dem wir bis jetzt sprachen, nicht wesentlich ist, so bleibt doch ausgemacht, daß sie geschickt ist, es zu vermehren und auch in manchen Fällen zu erregen, sollte es auch bereits verloschen seyn. Bei der zitternden Bewegung des leuchtenden Bauches haben wir dies schon zum Theil gesehen; so oft sie anfängt, vermehrt sie den Glanz beträchtlich. (§. 14.) Ein Gleiches bewirkt man bei diesen Thierchen durch natürliche oder künstlich hervorgebrachte Bewegungen. Man habe z. B. einige erst gestorbene oder sterbende Lucciole auf einem Papiere vor sich, die mehr oder weniger leuchten. Besieht man sie durch eine Linse, so bemerkt man oft, daß der Körper derjenigen, in denen das stärkste Licht vorhanden ist, unaufhörlich in den kleinsten Theilen durch ein schnelles Zittern erschüttert wird, und daß, so lange dies währt, das Licht durchaus nicht von seiner Lebhaftigkeit verliert. Hat eine Lucciola ganz zu leuchten aufgehört, oder thut es nur schwach, behält aber im leuchtenden Bauche noch einige Weichheit,

(*Tenerezza*;) so erneuert oder verdoppelt sich das Licht wieder, wenn man leicht mit einer Nadel in den Leib sticht. Vorzüglich aber glänzt der leuchtende Bauch, wenn man ihn mit einer Nadel oder einem andern feinen Körper berührt. Eine kleine Feuersbrunst scheint aus dem berührten Theile hervorzubrechen, die, wenn schon von kurzer Dauer, sich bei jedem wiederholten Reitze erneuert.

§. 18.

Die meisten der bis jetzt erzählten Phänomene bemerkt man nicht allein am leuchtenden Bauche, so lange er mit dem Körper der *Lucciola* ein Ganzes bildet, sondern auch, wenn man ihn davon abreißt. Er fährt alsdann fort, zu leuchten, so lange er weich ist; sein Glanz wird vermehrt, wenn man ihn reizt, und er erhält ihn wieder, wenn er nach dem Aufrocknen abermals erweicht wird. Dasselbe beobachtet man bei den kleinsten Stückchen des leuchtenden Bauches, doch mit dem Unterschiede, daß diese leicht zu leuchten aufhören, da sie schnell trocknen. Nimmt man sich die Muhe, sie immer feucht zu erhalten, so dauert ihr Licht sehr lange.

§. 19.

Die bis jetzt erwähnten Versuche wurden bei einer milden Temperatur, d. h. zwischen 17 und

ist, festgestellt, in welcher man diese Thierchen auch in unsern Gegenden umherschwärmen sieht. Es schien mir nun auch interessant und wichtig, sie in einer kalten Temperatur zu unternehmen, um hierdurch den Ursprung jenes Lichts zu erforschen, so wie es aus den sogleich folgenden Bemerkungen erhellen wird. Ich mußte meine Stube zur künstlichen Kälte nehmen, die ich aber durch Schnee leicht zuwege brachte. Ich umgab damit eine Röhre, auf deren Boden einige lebendige Johanniskwürmchen lagen, und in diese Röhre befestigte ich ein Thermometer, das mir die abnehmende Temperatur, der ich sie aussetzte, anzeigte. Durch die Mündung der Röhre konnte ich ihr Leuchten sehen. Von 20° der Temperatur sank das Thermometer bis zum Eispunkte, ohne daß sich das Licht verminderte. Die Johanniskwürmchen wurden bei dieser Kälte starr unbeweglich und starr, wie alle Insecten in solchen Umständen. Durch Kochsalz sank das Thermometer bei vermehrter Kälte bis auf (Grad, *) und das Licht blieb sich immer gleich; aber beim 3ten Grade fing es an zu verlöschen, und beim 7ten Grade hatte es sich ganz verloren. Auffallend war es, daß der leuchtende Bauch und

*) Anmerk. Ohne Zweifel sind Grade unter 0 zu verstehen.

der übrige Körper, selbst schon unter der Röhre hervorgenommen, noch immer von Frost verhärter schienen; doch wurden sie in einer warmen Temperatur schnell wieder in den Zustand ihrer natürlichen Weichheit hergestellt, und erschienen leuchtend, ob sie gleich nicht ins Leben zurückkehrten. Abermals unter die Röhre gebracht, verdunkelte sich ihr Licht wieder beim 5ten Grade, und verschwand beim 7ten völlig. Dasselbe ereignete sich bei noch zweimal gemachtem Versuche, wobei der leuchtende Bauch eben so oft sich wieder verhärtete; und hieraus erheller, daß eine um 24 Grad geringere Temperatur, als die, worin die Johanniswürmchen in der Luft herumflogen, sie nicht am Leuchten verhinderte: und es läßt sich annehmen, daß eben dies auch bei einer stärkern Kälte statt finde, wenn dadurch nicht dem leuchtenden Bauche die Weichheit geraubt würde, die der Hervorbringung des Lichts so unentbehrlich ist.

§. 20.

Jetzt muß ich noch anführen, was ich bei den Johanniswürmchen bemerkte, wenn ich sie in verschiedenen Gasarten, wie in dem kohlensauren Gas, im Stickgas, im Wasser- und Sauerstoffgas, bald rein, bald mit atmosphärischer Luft vermischt, untersuchte. Ich richtete es so ein, daß

bei jedem Versuche an funfzehn Johanniskwürmchen in einer Reihe in den horizontalen Arm meines Eudiometers *) gelegt wurden, so daß mir die überflüssige Zahl mehr Bequemlichkeit beim Beobachten der Wirkungen verschaffte. Sie wurden zuerst in kohlenfaures Gas gebracht, wo es auffallend war, daß sie, so glänzend sie sich vorher zeigten, augenblicklich unscheinbar wurden. ¹⁰ ~~10~~ dieses Gas füllten das Eudiometer. Ich ließ alsbald auch $\frac{1}{2} \frac{1}{2}$ atmosphärische Luft unter dasselbe treten, und in kurzem veränderte sich die Scene. Das verloschne Licht erholte sich zuerst wieder in den Insecten, die vorn an im Arme des Eudiometers lagen; später in denen weiter hinauf; und zuletzt in denen, die das äußerste Ende einnahmen. Dies zu erklären, ist nicht schwer. Die atmosphärische Luft, die um vieles leichter ist als das kohlenfaure Gas, stieg nach und nach in den obern Theil des Eudiometers, nöthigte dieses, den verticalen Arm herabzusenken, und gab nach Verhältniß seines Aufsteigens den Thierend das geraubte Licht wieder.

§. 21. *

Sickgas und Wasserstoffgas einzeln angewendet, wirkten auf das Licht unsrer Insecten lang-

*) Anmerk. Die Beschreibung desselben werden wir künftig mittheilen. G.

Röhre eines Thermometers, und goß hierauf die Öffnung mit Siegelack zu, um das Eindringen der äußern Luft abzuhalten. Die Kugel des Thermometers ruhte auf einer innerhalb der Röhre befestigten kleinen hölzernen Unterlage, worauf 15 Johanniswürmchen aufgeleimt waren, damit sie nicht herunterfielen, wenn ich beim Hineintreten des Sauerstoffgas die Röhre mit Wasser füllte. Sobald das Gas durch den pneumatischen Wasserapparat hinaufgestiegen war, tauchte ich die Mündung der Röhre in ein Gefäß mit Wasser, und stellte dieses auf einen Tisch. Nun fing ich an die Röhre mit Schnee zu umgeben, während ich an dem obern Theile derselben beobachtete, was sich mit dem Lichte der Johanniswürmchen zutrug. Bis zum 5ten Gr. blieb es sehr lebhaft, beim 4ten fing es an schwächer zu werden, und beim Gefrierpunkte verlösch es ganz. Statt des Sauerstoffgas atmosphärische Luft in die Röhre gelassen, erfolgte das schon oben Erzählte; d. h., das Licht erhielt sich etwa bis zum 4ten Gr. unter dem Gefrierpunkte, und ging beim 7ten aus, wie ich sah, wenn ich Kochsalz zum Schnee mischte. (§. 19.) Das Licht verschwand also im Sauerstoffgas in einer um 7 Gr. weniger kalten Temperatur als in atmosphärischer Luft.

§. 25.

Ein Versuch über die ins Wasser-getauchten Johanniswürmchen schloß die ganze Reihe derselben. Ich hatte gesehen, daß sie in den Eudioten zu glänzen fortführen, wenn diese mit Wasser ~~gefüllt~~ waren, ehe ich atmosphärische Luft oder Gasarten hineinliefs. Dennoch suchte ich genauere Kenntnisse hiervon zu erlangen, indem ich sie in einem Uhrglase voll Wasser bequemer betrachtete. Da sie aber leichter als Wasser sind, so zwang ich sie durch einen dünnen Ueberzug von Leim, auf dem Grunde zu bleiben. Das Licht litt dadurch nicht im allergeringsten, die Johanniswürmchen mochten ganz hineingetaucht seyn oder bloß ihre leuchtenden Bäuche oder Theile derselben. Wie in der Luft erwachte auch durch Hineinstecken das verloschene Licht wieder.

§. 26.

Wenn wir nun aus einem allgemeinen Gesichtspuncte die Eigenschaften des Lichts bei den erwähnten Phosphoren, als: einigen Holzarten, findenden Thierchen, den kriechenden und fliegenden Johanniswürmchen, betrachten, und mit einigen über den Kunkelschen Phosphor vergleichen; so finden wir zwischen ihnen die strengste Analogie. Der Kunkelsche Phosphor leuchtet im

Sauerstoffgas lebhaft, weniger in atmosphärischer Luft, und gar nicht in den mephitischen Gasarten, dem Stickgas, dem Wasserstoffgas und kohlenfauren Gas, wenn sie rein sind, und nur mit einem flüchtigen Lichte, wenn man sie mit atmosphärischer Luft vermischt. Ein Gleiches ist in den erstern Phosphoren bemerkt worden. Diese Identität der Wirkungen leitet uns auch, gleiche Identität der Ursachen zu vermuthen. Nun ist es erwiesen, daß das Licht jenes Phosphors durch Verbindung des Sauerstoffgas der Atmosphäre mit der Substanz des Phosphors erzeugt wird; diese Verbindung aber ist ein wahres Verbrennen: man müßte also annehmen, daß aus derselben Grundursache auch das Leuchten jener andern Phosphorarten herstamme. Die Untersuchung ihrer Natur wird meine Gedanken in ein helleres Licht setzen. Ich fange bei den phosphorischen Holzarten an.

§. 27.

Die neuere Chemie zeigt, daß Wasserstoff und Kohlenstoff ganz einfache Substanzen sind, welche die vorzüglichsten Bestandtheile der Vegetabilien ausmachen. Durch das Faulen, oder richtiger, durch die faulende Gährung, gerathen Wasserstoff und Kohlenstoff derselben leichter in Berührung mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre,

solche Verbindung ein langsames Verbrinnen verursacht. Nun müssen jene Holzarten leuchten, was sie in der Sphäre der nephitischen Gase, aus Mangel an Sauerstoff nicht können. Dies gilt von einigen Thieren, die zur faulen Gährung übergehen, wenn die belebende Kraft in ihnen zu wirken aufhört; denn auch sie bestehen aus einfachen Grundsubstanzen, aus Wasser- und Kohlenstoff. Dafs aber nicht jedes Holz, nicht jedes faulende Thier phosphorescirt, rührt vielleicht daher, weil sich nicht in ihnen zu gleicher Zeit eine so grofse Menge Wasser- und Kohlenstoff entwickelt, als erforderlich ist, um das Leuchten bemerkbar zu machen.

§. 28.

Nach denselben Grundsätzen, obschon auf andere Art, läfst sich die Erklärung des Lichts der Johanniswürmchen, und eben so der kriechenden Art derselben geben. Das Athmen der Thiere ist, chemisch betrachtet, blofs ein langsames Verbrinnen in den Lungengefäfsen, vermittelt des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, das sich mit dem Kohlen- und Wasserstoffe des Bluts zusammentritt. Eben so ausgemacht ist es durch neuere Versuche, *) dafs die Insecten

*) Man sehe Journal der Phys., B. VII, S. 453. G.

selbst das atmosphärische Sauerstoffgas in sich nehmen, und folglich findet hier eine wahre Verbrennung statt. Die Respirationsgefäße der Johanniswürmchen oder die gewöhnlich an den Seiten der Insecten liegenden Luftröhren aufzufinden, ist mir bei ihnen nicht geglückt. Dennoch habe ich gesehen, daß ihr Bauch mit vielen kleinen Löcherchen versehen sey, die der Luft den Eintritt verstatten, und daß das Innere dieses Bauchs ebenfalls reichlich Luft enthalte. (§. 13.) Es ist also klar, daß die Luft häufig hineindringe, und daher erzeugt die Berührung des Sauerstoffs mit den beiden verbrennlichen Substanzen der in den Gefäßen des leuchtenden Bauchs vorhandenen Flüssigkeiten, nämlich mit dem Kohlen- und Wasserstoffe, eine Entzündung, die wegen der Durchsichtigkeit des den Bauch umschließenden Häutchens von außen her sichtbar wird.

§. 29.

Einen evidenten Beweis dieses Verbrennens, oder der Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffgas mit den beiden benannten verbrennlichen Substanzen, *) giebt die merkliche Zersetzung des

*) Der Verfasser übersieht bei der bisher gegebenen Erklärung den Phosphor, selbst als Bestandtheil organischer Substanz, dessen Antheil an

Sauerstoffs, wenn bloß mit ihm das Eudiometer angefüllt wird, worin die Johanniswürmchen sich befinden (§. 22.) Bei größerer Anzahl der lebenden Bäume ist sie noch merklicher (§. 23.) Das stärkere Verbrennen verursacht ein stärkeres Licht. Dies nimmt man auch beim reinen Sauerstoffgas, mit der atmosphärischen Luft vermischen, wahr (§. 22.) Fehlt das Sauerstoffgas oder ist es nur in geringer Menge vorhanden, so verschwindet das Licht entweder völlig, oder ist nur sehr schwach, wie wir an den Johanniswürmchen sehen, die man in kohlensaures Gas, Stickgas und Wasserstoffgas, bald rein, bald mit einem Theil atmosphärischer Luft vermischt, einschließt (§. 20, 21.)

§. 30.

Vermöge unsrer Theorie erklärt man auch leicht die übrigen Phänomene des Lichts bei jenen Thierchen.

1. Warum sie im Sauerstoffgas bei einer hohen Temperatur zu leuchten aufhören, als in atmosphärischer Luft? (§. 19, 24.)

Dieses Phänomen stimmt mit dem des Kunkel'schen Phosphors überein, der im Sauerstoffgas

dem Leuchten natürlicher Phosphorens gewiss größer ist, als der des Kohlen- und Wasserstoffs.

meistens erst bei einer Temperatur von 22 Graden zu leuchten anfängt, da er dies in gemeiner Luft bereits beim 6ten Gr. thut. Der Grund in beiden Fällen, (beim Phosphor und den Insecten,) ist derselbe und stützt sich auf die Natur des Sauerstoffgas, dessen Basis, wenn es rein ist, eine milde Temperatur erfordert, um mit dem verbrennlichen Körper zusammenzutreten, im Gegentheil sich aber schon bei einer niedrigeren mit Stickgas verbindet.

2. Warum die zitternde Bewegung, so wie jede, sowohl natürliche als künstlich erregte, Bewegung überhaupt, den Glanz des leuchtenden Bauches vermehre. (§. 14.)

Weil alsdann die Flüssigkeiten desselben durch die beschleunigte Bewegung dem atmosphärischen Sauerstoff mehr Kohlen- und Wasserstoff zuführen; auf dieselbe Art, wie bei den vierfüßigen Thieren, den Vögeln und bei uns das Athmen oder das Verbrennen jener beiden Substanzen stärker ist, wenn das Blut durch irgend eine innere oder äußere Bewegung mehr aufgeregt wird.

3. Warum die vom ganzen Körper getrennten leuchtenden Bäuche einige Zeit zu glänzen fortfahren?

**—Weil so lange Feuchtheiten in ihnen bleiben,
ih Wasser- und Kohlenstoff fortdauernd sich mit
dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft verbin-
det. Endlich**

**4. Warum die Johanniskirmchen im Wasser,
in der atmosphärischen Luft leuchten? . . .**

**• Weil bekanntermaßen das Wasser den Sauer-
stoff der Atmosphäre einsaugt, wovon ich die
überzeugendsten Beweise geliefert zu haben mit-
theilen darf. Uebrigens muß eine sehr klei-
ne Dosis dieses Gas hinreichen, das so schwache
Licht jener Thierchen hervorzubringen. . . .**

IV.

BEQUEME ART,

kohlensaure mineralische Wasser nachzumachen,

von

Herrn D. FIERLINGER

in Wien.

Dieses Unternehmen hat man schon lange auf verschiedene Art auszuführen gesucht; aber alle Methoden, die man bisher vorschlug, forderten theils einen kostspieligen Apparat, theils befand sich bei ihnen die Luft im ausgedehnten Zustande, so daß sie sich nicht hinlänglich mit dem Wasser verbinden konnte.

Ich suchte diesem auf folgende Art abzuheffen: Ich füllte gewöhnliche runde Flaschen mit Wasser an, stürzte sie vorsichtig um, damit keine Luft in selbige hineinkam, stellte sie auf einen einfachen Apparat, dergleichen Bergman, (Opusc., Vol. I,) beschreibt und abgezeichnet hat, und füllte diese so gestellte Flasche auf eben die Art wie Bergman mit kohlensaurem Gas an, das ich aus dem hiesigen Orts gewöhnlichen Kuchensande, dessen man sich zur Reinigung der zinnernen Teller bedient, mit etwas wenigem Vitriolöl entwickelte. Wenn die Flaschen mit Gas

ganz

ganz voll, und von Wasser folglich ganz leer waren, verstopfte ich sie unter Wasser mit einem Stöpfelventil, das ich gleich beschreiben werde, nahm sie vorsichtig von dem Apparate weg, indem ich den Hals der Flasche in ein kleines Gefäß unter dem Wasser steckte, und tauchte sie dann unter Wasser in einen eignen cylindrischen Lehen, fast röhrenförmigen Topf, der 2 Fuß hoch und dem Diameter der Flasche gemäß weit ist, um bei einer geringern Menge von Wasser nach hydrostatischen Gesetzen einen großen Druck anbringen zu können. Die auf diese Art mit kohlensaurem Gas gefüllten und so ganz unter Wasser getauchten Flaschen saugen sich, vermöge der Verwandtschaft des kohlensauren Gas zum Wasser, mit diesem beinahe voll an, (ganz hat sich mir noch keine angefüllt, auch wenn ich gleich alle mögliche Vorsicht brauchte, um reines Gas zu erhalten, und die Flaschen nur zur Hälfte mit kohlensaurem Gas anfüllte.) Auf diese Art erhalte ich ein Wasser, das gleichen Cubikinhalte Gas in gleichem Cubikinhalte Wasser enthält; denn das Wasser ist in den Raum des Gas gedrungen. Es ist ziemlich stark, und kann noch stärker gemacht werden.

Diese Methode hat nebst der Bequemlichkeit und Wohlfeilheit noch diese Vorthelle, daß sich

bei selbiger die Luft im compressiven Zustande befindet, und daß der Druck nach Belieben vermehrt werden kann, je nachdem ich die Flasche mehr oder weniger untertauche, und daß das Wasser in den Gefäßen, aus welchen es getrunken wird, selbst bereitet werden kann, weil bei dem Umgießen desselben desto mehr verloren wird, je stärker das Wasser ist.

Die *Stöpselventile*, von welchen ich oben geredet habe, sind genau an die Flaschen passende, der Länge nach durchbohrte und ausgefeilte Korkstöpsel, deren obere Oeffnung mit einem zinnernen Blättchen bedeckt wird, welches mit einem Faden an den Stöpsel befestigt ist, indem man es durchbohrt und den Faden durchzieht. Wenn dieses Blättchen oben mit einem Grübchen versehen wird, in welches man alkoholisirte oder andere Eisenfeilspäne legt, so wird das Wasser eisenhaltig, und zwar so stark, daß es mit geistiger Galläpfeltinctur einen schwarzen Niederschlag giebt und einen sehr starken Eisengeschmack bekommt.

Diese Eisenwasser sind nun auch ein Beweis, daß die Ventile gut schliessen, und daß sich folglich wirklich gleicher Cubikinhalte Luft in gleich m Cubikinhalte Wasser befinde; denn schliessen sie nicht genau, so bekommt das in den Topf vorge-

schlagene Wasser eine spielende Haut oben auf, was nicht geschieht, wenn die Ventile genau passen.

Das auf diese Art bereitete Wasser ist schon ziemlich an Gas und Eisen reichhaltig, aber es kann durch wiederholtes Schwängern noch reichlicher gemacht werden. Da ich keine Gelegenheit habe, diese Versuche im Sommer in Eisgruben anstellen zu können, so konnte ich meine Versuche nicht fortsetzen, welches ich mit kommandem Winter zu thun denke. Da der Erfolg dieser Operation von der dem Eispuncte nahen Temperatur abhängt, so zweifle ich nicht, daß sie auch mitten im Sommer in Eisgruben gelingen würde. Die Operation der Einsaugung muß innerhalb 24, höchstens 36 Stunden vor sich gehen, oft eher, wenn das Wasser die gehörige Güte bekommen soll; widrigen Falls füllen sich die Flaschen zwar auch später an, aber das Wasser hat auch an seiner Güte verloren. Auch die besten Ventile scheinen daher mit der Zeit durchzulassen, was bei einer geschwinden Absorption nicht zu geschehen scheint. Oft füllen sich aber die Flaschen auch gar nicht, wenn sich gleich zu gleicher Zeit andere gut füllen; und dies gehört nebst andern zu den noch zweifelhaften Umständen, die ich künftig aufzuklären mich bemühen werde, und die ich nur vorläufig anzeigen wollte.

V.

BESCHREIBUNG

*einer grossen electrischen Batterie von
550 Quadratfuss Belegung und einiger
damit angestellter Versuche,*

von

Herrn D. VAN MARUM

in Haarlem. *)

Die hier zu beschreibende electrische Batterie, die auf der ersten Kupfertafel vorgestellt ist, besteht aus hundert Gläsern, wovon jedes etwa 12 Zoll im Durchmesser und $22\frac{1}{2}$ bis 23 Zoll Höhe hat. Diese Gläser sind cylinderförmig bis zu ungefähr 4 Zoll unter ihrer Mündung, deren Weite etwa 5 Zoll ausmacht. Sie sind auf die gewöhnliche Art mit Stanniol belegt bis unge-

*) Seconde continuation des experiences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne, par *Martinus van Marum*, à Haarlem, 4, p 194 seq. Das Werk ist zugleich auch Holländisch abgedruckt, und hat den Titel: *Tweede Vervoly der Proefneemingen gedaan met Teylers Electrizeer-Machine, door Mart. van Marum. te Haarlem 1795.* 4. Die darin enthaltenen Aufsätze erschienen zum Theil einzeln, und ich habe verschiedene davon bereits im ältern und neuern *Journale der Physik* in der Uebersetzung mitgetheilt. G.

Nur 4 Zoll unter den Oeffnungen, so daß der belegte Theil dieser Gläser eine Höhe von $18\frac{1}{2}$ bis 19 Zoll hat. Man kann also berechnen, daß jedes Glas, (der belegte Boden mitgerechnet,) eine belegte Oberfläche von ungefähr $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß hat; so daß man das belegte Glas der ganzen Batterie auf 550 Quadratfuß schätzen kann.

Die hundert Gläser dieser Batterie stehen in vier Kästen von gleicher Größe; jeder Kasten enthält fünf und zwanzig. Er ist in 25 Fächer durch Verschläge von der Dicke eines halben Zolls, die sich einander durchkreuzen, getheilt, so daß also die Gläser, die in diesen Fächern sich befinden, wenigstens einen halben Zoll von einander entfernt sind, damit, wenn etwa bei Ladung der Batterie ein Glas zerbrochen wird, durch die Explosion nicht zugleich das nebenstehende zerbrochen werde, welches sehr oft geschieht, wenn die Explosion an einem Orte geschieht, wo zwei Gläser einander berühren.

Ich habe die fünf und zwanzig Gläser eines jeden Kastens in eine solche Verbindung gebracht, daß man gar leicht ein Glas herausnehmen und ein anderes an dessen Stelle setzen kann, wenn etwa eins bei dem Gebrauche dieser Batterie zerbricht. Zu dem Ende ist auf das Glas, das sich in der Mitten eines jeden Kastens befindet,

eine senkrechte Röhre angebracht, die an ihrem Ende mit einer Kugel von 6 Zoll im Durchmesser versehen ist. Diese Kugel hat 24 Löcher, in welche Röhren von einem Zoll im Durchmesser gehen, deren untere Enden in die Kugeln passen, die auf den andern Gläsern stehen. Diese Kugeln, deren Durchmesser 3 Zoll ist, haben zu dem Ende Löcher von $\frac{1}{4}$ Zoll, und die Röhren sind an ihren untersten Enden mit Zapfen versehen, welche in die Löcher passen. Diese Einrichtung der Batterie verstatet, daß man jedes Glas herausnehmen kann, ausgenommen das mittelfte, weil jedes Glas von dem andern abgefondert ist: denn man darf nur vorher die Röhre, welche über der Kugel eines Glases steht, wegnehmen, welches leicht geschehen kann, wenn man ihr oberstes Ende so weit in die obgenannte Kugel hineinbringt, daß der Zapfen am untern Ende aus der Kugel des Glases herausgeht. ^{a)})

- a) Für diejenigen, die eine Batterie von großen Gläsern zu haben wünschen, will ich die Art, wie sich die Stangen in den Gläsern, worauf die Röhren liegen, haben befestigen lassen, näher beschreiben. Die hölzernen Deckel, womit man sonst die belegten Gläser verschloß, wurden weggelassen, weil diese Deckel dem electrifchen Stoffe zu viel Gelegenheit gaben, sich zu zerstreuen, und dagegen kupferne Stangen auf hölzernen Fü-

Die vier Kästen, in welche die hundert Gläser der Batterie vertheilt sind, sind 5 Zoll von einander entfernt, damit man die Füße dazwischen setzen könne, wenn man etwa ein zerbrochenes Glas herausnehmen muß. Die leitende Verbindung dieser Batterien unter einander geschieht vermittelt vier kupferner Röhren von 2½ Zoll im Durchmesser, die in eine kupferne

Isen, die auf den Boden der belegten Gläser angeküttet waren, vorgerichtet. Da aber diese Art, die Stangen fest zumachen, für Gläser von solcher Gröfse gar zu gefährlich ist, so liefs ich hölzerne Stäbe verfertigen, wie dergleichen *ab*, (*Fig. 1, Taf. II;*) vorstellt. Jeder Stab ist auf ein Bret von $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser befestigt, und sein oberstes Ende geht in eine kupferne Röhre *de*, worauf die Kugel *f* geschraubt ist. Vier Kupferdrähte von $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser, die den untern Theil dieser Röhre berühren, gehen an diesem Stabe auf die Oberfläche von *c* herab, bis sie den belegten Boden des Glases berühren. Jeder Stab ist mit einem zirkelförmigen Brete *g* von $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, am Ende der Röhre *d*, versehen. Drei Stücke Holz, 1 Zoll dick, sind an die untere Fläche dieses Bretes durch lederne Riemen festgemacht, die anstatt der Charpiere dienen. Man sieht zwei dieser Stücke oder kleinen Latten *hh*, (*Fig. 2,*) die an ledernen Riemen *ii* hängen. An jeder kleinen Latte *h* ist ein Ring *k* von Kupferdraht, der in ihrer horizontalen Stellung durch eine Fuge in *g* hindurchgeht.

Kugel von 6 Zoll geschraubt sind, so daß sie ein Kreuz bilden. Die andern Enden dieser Röhren sind mit dicken Kupferplatten versehen, welche Löcher haben, durch die die Schrauben gehen, welche an die Enden der in der Mitte jeder Batterie befindlichen Röhren befestigt sind, und welche die großen Kugeln von 12 Zoll im Durchmesser geschraubt werden.

Da dieser Ring alsdann ungefähr einen Viertelzoll über die Oberfläche des Bretes *g* geht, so kann man jede kleine Latte *h* in ihrer horizontalen Lage durch befestigen, daß man einen kleinen Keil diesen Ring steckt. Die Stücke Holz *h h* haben genau eine solche Länge, daß, wenn sie horizontal ins Glas gestellt werden, sie alsdann beinahe die belegte Innere des Glases berühren. Um den oben erwähnten Stab in das Glas zu bringen und ihn festzumachen, läßt man die Stücke *h h* an ihren Charnieren herabhängen, nachdem man vorher Schnüre an die Ringe *k k* angebracht hat, welche durch die Fugen des Bretes *g* gehen. Wenn man den Stab in das Glas hineingebracht hat, so zieht man die Schnüre in die Höhe, bis die Stücke horizontal sind; und wenn man sie dann durch die kleinen Keile befestigt hat, so steht der Stab senkrecht im Glase.

Damit das Bret *g* und die Holzstücke *h h* dazu dienen, bei Entladung der Batterie die elektrische Materie aus der obern Belegung des Glases zu leiten, so sind sie mit starker Zinnfolie überzogen.

Die Batterie empfängt die electriche Materie dieser Maschine durch zwei horizontale Röhren, die eine Leitung zwischen den Kugeln mit den laufenden Armen und mit zweien von den gro-ßen Kugeln der Batterie, welche der Maschine am nächsten sind, machen. Diese Röhren gehen in Löcher, die zu diesem Ende in die benann-ten Kugeln gemacht sind.

Um eine vollkommene Gemeinschaft zwischen den belegten äußern Seiten der Gläser hervorzu-bringen, sind die Boden der Kästen, auf welchen sie stehen, mit Blei überzogen, und die Verbin-dung dieser vier Boden geschieht durch eine bleierne Platte, die zwischen die beiden vordern und die beiden hintern Batterien angebracht ist. Diese Platte ist so breit, daß die Rollen der näch-sten Ecken an allen vier Batterien darauf stehen; und da diese Rollen von Kupfer sind und ihre ei-sernen Zapfen die bleiernen Boden berühren, so ist auch eine vollkommene leitende Verbindung zwischen allen den bleiernen Boden, worauf die Gläser stehen.

Um diese Batterie entladen zu können, ohne eine Seitenexplosion befürchten zu dürfen, be-diene ich mich des Apparats, den man zur Seite der Batterie abgebildet sieht. Eine kupferne Ku-gel von 6 Zoll ist auf einer gläsernen Säule isolirt,

und über dieser Kugel befindet sich eine lange kupferne Röhre, die durch ein Charnier damit verbunden ist. Diese Röhre wird durch eine seidene Schnur, die über eine Rolle geht, in der schiefen Richtung erhalten, wie es auf dem Kupfer vorgestellt ist. Am Ende dieser Röhre ist eine kupferne Kugel von 6 Zoll im Durchmesser, welche auf die Kugel in der Mitte der Batterie fällt, wenn man die Röhre herunterläßt. Die Batterie wird nun entladen, wenn man, nachdem man durch einen starken kupfernen Draht, (man sehe das Kupfer,) oder durch irgend einen andern Leiter eine Gemeinschaft zwischen der Kugel, die auf dem gläsernen Träger steht, und dem Ende der oben erwähnten bleiernen Platte, die unter der Batterie ist, hervorgebracht hat, alsdann die obgenannte Röhre so weit herabläßt, bis ihre Kugel die Kugel in der Mitte der Batterie berührt. Weil man die Röhre, welche die Entladung leitet, durch eine seidene Schnur lenken kann, so hat man nichts von ihren Wirkungen zu befürchten.

Wenn man einen Gegenstand der Entladung dieser Batterie ausserzen will, so stellt man ihn so, daß er an einer Seite die Communicationsplatte unter der Batterie berührt, und auf der andern Seite setzt man ihn mit dem untern Ende des di-

den kupfernen Drahts, den man am Ende der bleiernen Platte auf der Kupfertafel sieht, in Berührung.

Auf den beiden großen vordern Kugeln dieser Batterie sieht man zwei Electrometer. Das zur rechten Seite ist nach der Erfindung des Herrn Brook von Herrn Adams in London verfertigt ^{b)}. Das andere Electrometer, von Herrn Cuthbertson gemacht, ist Fig. 3, Taf. II, genauer vorgestellt. Die kleine Kugel von Kork *a*, die an einem sehr dünnen Spieße von Elfenbein *bcd* sich befindet, wird durch die kupferne Röhre *ee* abgestossen; und weil der dünne elfenbeinerne Spieß *bcd* um eine Achse bei *c* beweglich ist, so wird der Repulsionswinkel der kleinen Kugel durch ihr Ende *d* auf der Scale *fg* angezeigt. Weil dieses Electrometer beweglicher ist, so ist es dazu bestimmt, die Grade der erlangten Kraft anzuzeigen, wenn man anfängt, die Batterie zu laden; es zeigt auch den Ueberrest der Ladung an, wenn dieser von Erheblichkeit ist.

Das andere Electrometer, nach Brook, zeigt nicht so schnell die Ladung der Batterie an; aber

b) *A. Brook* Miscellaneous experiments, Xorwich 1789. *G. Adams* Essay on Electricity, Lond. 1784, Pag. 504, Fig. 96.

seine Anzeige ist genauer, wenn man die Batterie stark ladet.

Wenn ich Experimente anstellte, die eine abgemessene Kraft erforderten, so bediente ich mich vorzüglich dieses Electrometers, weil die Repulsionen zwischen den beiden Kugeln desselben, welche einen Zoll im Durchmesser haben, durch die Anzahl der Grane angezeigt werden, die ihnen das Gleichgewicht halten, und weil es folglich am besten eingerichtet ist, um in jedem Falle die Stärke oder den Grad der Ladung anzuzeigen und diesen mit demjenigen der andern Batterie zu vergleichen.

Die kupfernen Röhren, auf welchen diese Electrometer stehen, haben unten Charniere, die in Kugeln bestehen, von welchen jede fest in ihre kupferne Kapsel eingeschlossen ist. Vermittelt dieser Charniere ist es leicht, die Electrometer perpendicularär zu stellen.

Ich fing die Versuche mit dieser Batterie im März 1790 damit an, daß ich zuerst versuchte: wie stark sie geladen werden könne; wie hoch das Electrometer stünde, wenn sie im höchsten Grade geladen wäre; und wie viele Umläufe der Scheiben bei günstigem Wetter erfordert würden. Weil der Wind vierzehn Tage hindurch

Offen kam, so war die Luft sehr trocken und folglich sehr günstig.

Ich ließ zur Erreichung meines Zwecks die Scheiben so lange drehen, bis die Batterie sich selbst entladete, welches gerade bei dem hundertsten Umlaufe der Scheiben geschah. Das Electrometer von Brook zeigte damals auf 24½ Gran. Das Glas, durch welches die Batterie sich entladen hatte, (die Entladung geschah über dem nicht belegten Rande,) war zugleich an der Seite der Stelle, durch welche die Entladung gegangen war, durchlöchert.

Um zu versuchen, ob die Gläser dieser Batterie bis zu eben demselben Grade geladen gewesen waren, als die der vorigen Batterie, ehe sie sich entladete; so bediente ich mich von dem nämlichen Eisendrahte $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser, der unter No. 1 im Handel und Wandel bekannt ist, und wovon ich niemals mehr als 10 Zoll bei der Entladung der vorigen Batterie von 225 Quadratsfuß schmelzen konnte. Ich nahm ein solches Maß davon, daß es zu der Grösse dieser Batterie sich eben so verhielt, als die 10 Zoll zu der vorigen Batterie, das heißt, zu 24½ Zoll. Ich ließ die Scheiben so lange drehen, bis das Electrometer von Brook auf 24½ Gran stand, welches nach der 98ten Umdrehung der Scheiben ge-

schah; bei Entladung der Batterie war nun der oben erwähnte Draht seiner ganzen Länge nach geschmolzen, und die kleinen glühenden Kügelchen desselben wurden weit und breit zerstreuet. Dieses Umherstreuen des geschmolzenen Eisens war ein Zeichen, daß ein längerer Draht von dieser Dicke durch eine solche Ladung der Batterie geschmolzen werden könne. Ein andermal schmolz ich mit gleicher Ladung 25 Zoll von eben diesem Eisendrahte. Als ich den Versuch wiederholte, um einen längern Draht von dieser Dicke zu schmelzen, und jetzt die Batterie $\frac{1}{2}$ Grad höher geladen hatte; so ging sie von selbst los, und ein Glas wurde nahe über dem Boden durchbohrt. Nach diesem Versuche hielt ich es für unnöthig, noch mehrere Gläser zu wagen, um zu prüfen, wie viel Eisendraht durch die Ladung der Batterie geschmolzen werden könne, weil die angeführten Experimente hinreichend zeigten, daß die Kraft der Ladung dieser Batterie selbst die vorige merklich übertrifft.

Ich habe dieses Experiment und einige andere die nachfolgenden Tage mehrere Male in Gegenwart der Herren Directoren und Mitglieder der Teylerschen Stiftung und vieler Liebhaber wiederholt, wobei ich jedesmal, durch weniger als hundert Umdrehungen der Scheiben,

n der Batterie so stark geladen hatte, daß $24\frac{1}{2}$ Zoll
nach Draht von $\frac{1}{16}$ Zoll im Durchmesser geschmol-
zen wurden.

Den 6ten eben desselben Monats, als das
Wetter der Electricität sehr günstig war, lud ich
einmal, im Beiseyn vieler oben benannten Per-
sonen, die Batterie durch 90 Umdrehungen der
Scheiben so stark, daß das Electrometer von
Brook 25 Gran anzeigte, und daß $24\frac{1}{2}$ Zoll
von eben dem Eisendrahte zerschmolz und als
keine glühende Kügelchen zerstreuet wurde.

Die volle Ladung dieser grossen Batterie mit
so wenigen Umdrehungen der Scheiben ist ein
deutlicher Beweis der gegenwärtigen Kraft die-
ser Maschine. Wenn man die Anzahl der Umdre-
hungen der Scheiben, welche nothwendig wa-
ren, um die vorige Batterie etwa eben so stark
zu laden, vergleicht; so kann man daraus schlie-
ßen, wie weit die gegenwärtige Kraft dieser Ma-
chine diejenige übertrifft, die sie in ihrem vori-
gen Zustande hatte. Da die vorhergehende Bat-
terie, die 225 Quadratfuß von belegtem Glase
enthielt, ohne wenigstens 160 Umdrehungen
der Scheiben nicht gänzlich geladen wurde; so
kann man berechnen, daß nach dem Verhält-
nisse der Grösse dieser Batterie 357 Umdrehun-
gen der Scheiben zur völligen Ladung dieser Bat-

terie unter gleichen Umständen nothwendig gewesen seyn würden, wenn nämlich die Maschine eben dieselbe Kraft hatte, die sie in ihrem besten vorigen Zustande besaß. Nun hat man aber diese Batterie bis zum höchsten Grade bei weniger als 100, und sogar bei 90 Umdrehungen der Scheiben sich laden sehen.

Ehe man aus diesem Versuche folgern kann, um wie viel die gegenwärtige Kraft dieser Maschine ihre vorige Kraft übertrifft, wenn man sich derselben zur Ladung großer Batterien bedient, muß man erwägen, daß es unmöglich ist, diese Batterie in eine so vortheilhafte Stellung als die vorhergehende zu bringen, so daß sie sich von selbst auf das schnellste entlade. Die vorhergehende Batterie von 225 Fuß ging niemals bei 160 Umdrehungen der Scheiben von selbst los, wenn man sie nicht vorher in die Sonne gestellt hatte; denn zwei oder drei Stunden nachher entlud sie sich erst, selbst bei dem günstigsten Wetter, nach 200 oder mehrern Umdrehungen der Scheiben. Da nun aber die gegenwärtige Batterie wegen ihrer Größe und ihrer verschiedenen Einrichtung nicht in die Sonne gesetzt werden kann; so muß man auch die Ladung derselben mit solchen Ladungen der vorhergehenden Batterie vergleichen, welche wenigstens zwei oder

Er drei Stunden nachher, als sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, geschahen. Die Ladungen der Batterie von 225 Fuß erforderten immer wenigstens 200 Umdrehungen der Scheiben, und man kann daraus schließen, daß die gegenwärtige Batterie von 550 Fuß we-

Als ich mit der ehemaligen Batterie kurz nachher, als sie in der Sonne gestanden hatte, Versuche machte, zweifelte ich nicht, daß sie auf's Stärkste geladen wäre, weil sie sich nicht nur von selbst über dem unbelegten Rande eines der Gläser entlud, sondern weil auch bisweilen ein Glas durch eine solche Entladung durchlöchert wurde. Doch habe ich die größte Wirkung dieser Batterie nie eher, als zwei oder drei Stunden nachher, als sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, erhalten; denn es erhellet aus dem Tagebuche meiner Versuche, daß die Schmelzung von 10 Zoll Eisendraht von $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser niemals eher als einige Stunden nachher gelang, nachdem die Batterie in die Sonne gesetzt worden war, und nachdem man 200 oder mehr Umdrehungen der Scheiben angewandt hatte, um die Batterie so stark als nur möglich zu laden. Den Grund dieser Verschiedenheit sah ich nicht eher ein, als bis die Beobachtungen des Herrn Brook, (*Miscellaneous experiments and remarks on Electricity*, Norwich 1789,) mir in diesem Stücke Aufschluß gaben. Er erzählt, er habe beobachtet, „daß, wenn ein belegtes Glas erwärmt würde, damit es recht trocken und rein sey, es sich alsdann von selbst weit leichter entlade: daß es also“, (wie

nigstens 500 Umdrehungen der Scheiben zu einer vollkommenen Ladung erfordert haben würde, wenn die Maschine die nämliche Kraft hätte, die sie in ihrem vorigen Zustande besaß. Da nun aber die Batterie durch 90 Umdrehungen der Scheiben gänzlich geladen wird, so übertrifft die

er sagt,) „ ganz offenbar ist, daß das Glas, wenn es ganz trocken und rein ist, keine so starke Ladung annehmen kann, als es sonst anzunehmen vermögend ist.“ Er untersuchte hierauf diesen Unterschied mit seinem Electrometer, und fand, daß die Ladung des recht trockenen und gereinigten Glases, zu der eben desselben Glases, wenn es weniger trocken und gereinigt war, sich wie 15 zu 24 verhielt. Nachher hat er einen noch größern Unterschied in dieser Rücksicht bemerkt.

Bei Lesung dieser Beobachtungen des Herrn Brook erinnerte ich mich auch, daß das Electrometer, das auf der vorigen Batterie stand, kurz nachher, nachdem sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, nie zu einem so hohen Grade stieg, als einige Stunden hernach; und beim Nachsehen des Tagebuchs meiner Experimente vom Jahre 1786 und 1787 habe ich gefunden, daß die Batterie sich damals beim Anfange meiner Versuche kurz nachher, als sie in die Sonne gesetzt war, sich entlud, als das Electrometer auf 18 oder 19 Grad stand, daß aber einige Stunden später das nämliche Electrometer auf 23, 24 oder 25 Grade stieg, ehe die Batterie von selbst losging. Damals glaubte ich, daß dieser Unter-

gewärtigte Kraft der Maschine, um große Batterien schnell zu laden, diejenige, welche sie vorlud, wenigstens *fünfmal*.

Wenn ich diese Berechnung bloß auf die Anzahl der Umdrehungen der Scheiben gründete, welche zur Ladung der erwähnten Batterie

erforderte, den das Electrometer angab, von der Veränderung der Luft herkäme, in der diese Versuche gemacht wurden; denn ich fing sie gemeiniglich um 11 Uhr des Morgens an, als der Saal, in welchem die Batterie stand, von den Sonnenstrahlen erhellet, und die Luft also trockner war, als des Nachmittags oder gegen Abend, da das Hygrometer gemeiniglich anzeigte, daß die Feuchtigkeit der Luft um einige Grade zugenommen hatte. Der Gang des Electrometers schien mir also mit der Feuchtigkeit der Luft im Saale in Verhältniß zu stehen. Da dies zu andern Beobachtungen hinzukam, die mich in eben der Meinung bestätigten, so schrieb ich das höchste Steigen des Electrometers des Nachmittags oder gegen Abend der vermehrten Feuchtigkeit der Luft zu, und dieser Irrthum verhinderte mich, zu bemerken, daß die Batterie wirklich stärker geladen war. Ich wiederholte auch nicht oft genug die Experimente, welche eine abgemessene Kraft erfordern, in den verschiedenen Zeiten des Tages, als daß ich die Verschiedenheit der Ladungen der Batterie nach der Verschiedenheit ihrer Wirkung hätte entdecken können, und blieb also in dem Irrthume, bis mir die Beobachtungen des Herrn Brook in diesem Stücke Licht gaben.

rien nöthig waren, ehe sie sich selbst entluden, so könnte man mir den Einwurf machen, daß man die Batterien zu verschiedenen Zeiten sich entladen sehe, wenn das Electrometer sehr verschiedene Grade der Stärke anzeigt, und daß man also keine solche Vergleichung darauf bauen könne. Aber aus dem, was ich eben gesagt habe, ergibt sich, daß die Ladungen der Batterien, die ich verglichen habe, solche sind, welche Eisendraht von gleicher Dicke in Längen geschmolzen haben, die den verschiedenen Quantitäten des belegten Glases angemessen waren. Nun ist aber diese Art, die Kraft der Entladungen der Batterien, die im höchsten Grade geladen sind, zu prüfen, bekanntlich die beste Probe, um anzuzeigen, ob die Batterien von verschiedenen Größen wirklich gleich stark geladen worden sind. ^{d)}

Ich bin jedoch weit entfernt, die berechnete Zunahme der Kraft dieser Maschine der bessern Einrichtung ihrer Reiber zuzuschreiben. Schon in

d) Ich habe dieses Experiment mit dem Schmelzen des Eisendrahts vorgezogen, ohne mich bloß auf die Anzeige des Electrometers von Brook zu verlassen, um jedem Einwurfe vorzubeugen, den man etwa von der Verschiedenheit der Stellung dieses Electrometers auf den beiden Batterien hernehmen könnte.

der ersten Ankündigung, die ich davon in einem Briefe an Herrn Landriani gab, welcher in das Pariser Journal de Physique vom Februar 1788 eingerückt ist, *) habe ich gezeigt, daß das Amalgam des Herrn Kienmayer, welches zu diesen Reibern gebraucht wird, überhaupt die Kraft der electrischen Reiber beträchtlich vermehrt; und daß nach der Berechnung des Herrn Kienmayer selbst, der die Vermehrung der Wirkung dieser Reiber auf $\frac{7}{8}$ schätzt, man berechnen kann, daß die Maschine in ihrem ersten Zustande beim Gebrauche dieses Amalgams die Batterie durch 300, statt 500 Umdrehungen der Scheiben, werden laden können. Da nun aber jetzt die Batterie durch eine viel geringere Anzahl von Umdrehungen der Scheiben, als 300, geladen wird; so muß man Alles, was man gewonnen hat, um die Batterie durch weniger als 300 Umdrehungen der Scheiben zu laden, meiner Meinung nach, der bessern Einrichtung der Reiber und der verbesserten Art, sie anzubringen, zuschreiben.

Ich will noch einige Versuche und Beobachtungen hinzufügen, welche die große Kraft bei Entladung dieser Batterie zeigen.

*) Man sehe auch *Journal der Physik*, B. 6. S. 100.

Eisendraht von No. 16, der im Durchmesser $\frac{3}{16}$ Zoll hat, und wovon ich eine Länge von 100 Fuß nahm, schmolz durch eine Ladung von 24 Grad. An einem andern Tage schmolz ich davon 104 Fuß, und der ganze Draht zerschmetterte in kleine glühende Kügelchen. Wahrscheinlicher Weise hätte ich noch längere Drähte schmelzen können; aber ich hielt diesen Versuch nicht für wichtig genug, um mehr Zeit darauf zu verwenden, und vielleicht noch einige Gläser einzubüßen, wenn ich den höchsten Grad der Ladung der Batterie hätte anwenden wollen. Eisendraht von No. 11, in der Dicke $\frac{1}{16}$ Zoll, wird sehr leicht in einer Länge von 60 Fuß durch eine Ladung von 24 Grad geschmolzen. Als ich die Wirkung einer Ladung von $24\frac{1}{2}$ Grad auf 36 Zoll Eisendraht von No. 1 versuchte, so bemerkte ich, daß er in seiner ganzen Länge glühte, so daß die Hälfte davon ganz blau wurde, der übrige Theil aber schien an seiner Oberfläche schwach verkalkt zu seyn. Bei diesem Experimente sah ich ein Phänomen, das ich noch nie vorher beobachtet hatte. In dem Augenblicke der Entladung nämlich war der Draht, so lang als er war, mit einem so starken Lichte umgeben, daß man es sehr deutlich wahrnehmen konnte, ob ich gleich den Versuch beim Tages-

Wie anstellte. Als ich ihn gegen Abend wiederholte, so schien das sehr lebhaftes Licht, welches diesen Draht in dem Augenblicke, als die Entladung durchging, umgab, mehr als einen Zoll im Durchmesser zu haben. Der Schlag der Entladung war auch bei diesem Experimente stärker als diejenigen, welche ich vorher gehört hatte.

Wenn die Entladung über scharfe Ränder von Quarz geleitet wird; so kann man sehr deutlich sehen, daß diese Ränder abgerundet werden, und daß der Quarz einige Schmelzung erleidet.

Der Rückstand von der Ladung, der nach geschlossener Entladung der Batterie noch vorhanden ist, ist bisweilen sehr beträchtlich, vorzüglich, wenn die Entladung durch sehr dünnen Metalldraht geleitet ward, um zu finden, was für eine Länge von Draht durch diese Batterie geschmolzen werden konnte. Ich versuchte es mit einem solchen Rückstande drei bis vier Minuten nach der Entladung, und er schmolz noch sechs Fuß von dem Eisendrahte No. 16; ich zweifle nicht, daß ich mit einem solchen Reste einen viel längern Draht von dieser Dicke hätte schmelzen können, wenn ich es der Mühe werth geachtet hätte, dieses Experiment noch weiter fortzusetzen.

VI.

FORTGESETZTE VERSUCHE

über

*den Einfluss der Electricität auf den Puls und die
unmerkliche Ausdünstung,*

vom

Herrn D. van MARUM

in Harlem. *)

I.

Die Versuche, welche ich im Jahre 1785 mit Beihülfe mehrerer Aerzte über den Einfluss der electricischen Kraft der Teylerschen Maschine auf den Puls von 13 Personen beiderlei Geschlechts und von verschiedenem Alter anstellte, zeigten, dass eine so große Kraft, sie mag positiv oder negativ seyn, als die von unsrer Maschine ist, keine merkliche Wirkung auf den Puls irgend einer dieser 13 Personen hatte. Ich vermuthete, dass diese Erfahrungen, die ich in eben demselben Jahre nebst der Beschreibung unsrer Maschine bekannt machte, die ganze Hypothese: dass die Electricität den Umlauf des Blutes gemeinlich beschleunige; über den Haufen werfen,

*) Ebendaf., S. 50 ff.

„dass man mir die aus diesen Erfahrungen ge-
 zogene Folgerung durchgängig zugehen würde,
 dass, wenn man nämlich eine merkliche Be-
 schleunigung an dem Pulse einer electrifirten Per-
 son beobachtet hat, sie in den meisten Fällen
 ihren Grund in der Furcht der electrifirten Per-
 son gehabt habe.“ Ich hatte die Bestimmung
 dazu um so mehr erwartet, da ich fast die Hälfte
 dieser Erfahrungen mit Personen gemacht habe,
 die vorher die Beschleunigung des Pulses durch
 die Electricität behauptet, und sogar eine ausführ-
 liche Erzählung einiger Experimente geliefert
 hatten, welche für dieses System sehr entscheidend
 zu seyn schienen, von denen man also vermuthen
 konnte, dass sie erst nach der strengsten Prüfung
 den Resultaten dieser Erfahrungen, die von den
 andern so sehr verschieden waren, ihre Bestim-
 mung geben würden.

Ich finde indessen, dass dasjenige, was meine
 Erfahrungen angaben, von einigen Electricern,
 hauptsächlich von solchen, die das System von
 der Beschleunigung des Pulses angenommen hat-
 ten, als sehr wenig entscheidend angesehen wird,
 und dass man die Anzahl der Personen, mit de-
 nen ich meine Experimente vorgenommen habe,
 für zu klein hält, als dass sich die oben erwähnte
 Folge gültig daraus ziehen liesse. Diese Zweifel

den: allein man hat dieses bei Herausgabe der Abhandlung nicht erwähnt; daher sind mehrere Leser derselben, die auf die Zeit, in der sie mitgetheilt wurde, nicht Rücksicht nahmen, zu der irrigen Meinung veranlaßt, daß die Versuche, welche ich mit diesen Gelehrten im Jahre 1785 anstellte, durch ihre spätern Erfahrungen widerlegt worden wären.

Da also die von mir bekannt gemachten Versuche, von jener Zeit an, als sehr wenig entscheidend angesehen wurden, so hielt ich es für meine Pflicht, sie mit mehreren andern Personen zu wiederholen, da der Medicinal - Gebrauch, den man in einigen Fällen von der Electricität macht, mich glauben läßt, daß es in dieser Rücksicht von Nutzen seyn könnte, zu wissen: ob man mit einigem Grunde von der Electricität die Beschleunigung des Blutumlaufes erwarten könne, oder ob die Beschleunigung des Pulses, den man bei einigen electrifirten Personen wahrnimmt, wahrscheinlicher Weise nur die Wirkung der Furcht oder einer andern zufälligen Ursache sey. Deswegen ersuchte ich den Herrn Dr. N. C. de Frémery und Herrn Chirurgus J. Kragtingh, mich bei diesen Versuchen zu unterstützen. Folgende Tafel zeigt das Resultat an:

		Vor dem Versuch	Am positiven Conductor.	Am negativen Conductor.
Puls von G. Jongeling	1 Min.	72	74	73
	2 —	73	74	76
	3 —	71	76	72
	4 —	73	74	73
Puls von J. Tirion	1 Min.	75	83	78
	2 —	75	80	80
	3 —	76	82	83
	4 —	78	80	80
Puls von A. Broese	1 Min.	101	106	106
	2 —	102	105	104
	3 —	106	107	104
	4 —	102	105	106
Puls von J. de Witt	1 Min.	134	122	128
	2 —	133	118	126
	3 —	127	123	124
	4 —	127	114	125

		Vor der Electri- firing.	Bei der positiv. Electri- firing.	Bei der negativ. Electri- firing.
Puls von A. van Lewwen	1 Min.	79	79	80
	2 —	79	83	84
	3 —	81	84	84
	4 —	85	84	85
Puls von H. Caspers	1 Min.	85	85	87
	2 —	85	88	90
	3 —	85	89	90
	4 —	88	86	89
Puls von C. Affel- bergh	1 Min.	80	83	84
	2 —	81	87	85
	3 —	83	84	83
	4 —	83	85	86

		Vor der Electri- firing.	Bei der positiv. Electri- firing.	Bei der negativ. Electri- firing.
Der Puls von J. Perez	1 Min.	89	91	92
	2 —	94	89	98
	3 —	94	95	92
	4 —	93	92	91
Der Puls eines Knaben von acht Jahren	1 Min.	93	93	94
	2 —	97	100	101
	3 —	99	99	98
	4 —	98	101	103
Der Puls von N. C. de Fremery	1 Min.	85	88	89
	2 —	88	89	90
	3 —	85	93	92
	4 —	88	88	92
Der Puls von J. Krag- tingh	1 Min.	94	96	100
	2 —	93	99	99
	3 —	96	98	99
	4 —	99	99	100

Diese Versuche ^{b)} zeigen, wie die vorherge-
henden, daß in dem Pulse einiger Personen eine

^{b)} Wir haben diese Versuche ganz auf eben die Art
gemacht, als diejenigen, die ich vorher mit den
Herren Deiman und van Troostwyk ange-
stellt habe, da sich diese Herren auf eben densel-
ben Isolirstuhl, dem zur Seite setzten, dessen Puls
sie fühlen wollten.

Die Personen, deren Puls wir beobachtet ha-
ben, waren größtentheils an die Wirkungen der
Electricität gewöhnt, theils wegen ihrer eignen
Experimente, theils, weil sie denselben oft bei-
gewohnt hatten. Wir hatten sie zu diesen Expe-

deren Unregelmäßigkeit Statt findet, daß die Anzahl der Schläge bey keiner von diesen Personen in allen Minuten diejenige übersteigt, die man vor dem Electrificiren bei derselben bemerktete.

Der Versuch mit dem Pulse des Herrn Tischer scheint dem Systeme von der Beschleunigung des Pulses durch die Electricität am meisten zu entsprechen: man sieht aber doch, daß die Anzahl der Pulschläge dieses Herrn vor der Electrification in der letzten Minute der Beobachtung und in der ersten Minute der negativen Electrification vollkommen übereinstimmt, indem sie in beiden Fällen 78 ausmacht; und daß der Puls in der Hälfte der Zeit der Electrification, sowohl der positiven als der negativen, schlug, welches nur einen Unterschied von zwei Pulschlägen ausmacht. Dieser Unterschied ist in der That zu geringe, um daraus den Schluß zu machen, daß die Electricität in diesem Falle den Puls wirklich beschleunigt habe. Uebrigens zeigt diese Tafel, daß der Unterschied, den man in einigen Fällen zwischen den Pulschlägen einer electrificirten und nicht electrificirten Person bemerkt hat, gar nicht

Experimenten mit Fleiß gewählt, damit wir nicht etwa durch die Wirkung der Furcht auf den Umlauf des Geblüts getäuscht werden möchten.

den Unterschied übersteigt, den man bisweilen in wenig Minuten an dem Pulse einer nicht electrifirten Person wahrnimmt.

II.

Die Vermehrung der unmerklichen Ausdünstung bei einer electrifirten Person ist von vielen Elektrikern als eine beständige Wirkung der mitgetheilten Electricität angesehen worden, und man hält sie durch Erfahrung für bewiesen, weil man oft die Beförderung des Schweisses während des Medicinal-Gebrauchs der Electricität oder nach demselben, sowohl durch Mittheilung als durch Erschütterungsfunken, beobachtet hat. Seit meinen ersten Versuchen über die Beschleunigung des Pulses durch die Electricität fing ich schon an zu zweifeln, ob der Schweiss, den man bei electrifirten Personen beobachtet hat, nicht etwa oft mehr die Wirkung der Furcht als der Electricität gewesen sey. Deswegen wünschte ich mit unsrer Maschine in dieser Hinsicht genauere Versuche anzustellen.

Ich nahm daher eine sehr genaue Wage, und isolirte die eine Schale derselben vermittelst seidener Schnüre. Ich stellte einen achtjährigen Knaben hinein, brachte ihn mit dem Conductor in leitende Verbindung, und die Wage ins Gleichgewicht.

elekt. nicht. Nun beobachtete ich das durch die elekt. merkliche Ausdünstung in einer halben Stunde verlorne Gewicht des Knaben vor dem Electrifiren; dieser Verlust betrug 280 Gran. Die Maschine wurde hierauf in Bewegung gesetzt, und ich ließ ihn eine halbe Stunde electrifiren. Sein Gewicht war jetzt 295 Gran. Ich wiederholte das Experiment an einem andern Tage; der Knabe verlor durch die Ausdünstung vor dem Electrifiren 330 Gran am Gewichte in einer halben Stunde, und in einem gleichen Zeitraume 310 Gran, als er electrifirt wurde.

Ich bat den Herrn v. Fremery, diese Versuche mit mir an andern Personen zu wiederholen. Wir verfahren dabei auf eben die Art, und untersuchten in allen Fällen das in einer halben Stunde durch die Ausdünstung verloren gegangene Gewicht.

Ein Mädchen von ungefähr 7 Jahren, das nahe 49 Pfund wog, verlor vor dem Electrifiren 180 Gran, und während der Electrification 165 Gran. Ein Knabe, (ich will ihn A nennen,) von ungefähr $8\frac{1}{2}$ Jahr, der beinahe 57 Pfund wog, verlor unelectrifirt 430 Gran, und electrifirt 290 Gran. Ein anderer Knabe, B, von 9 Jahren, 53 Pfund schwer, verlor unelectrifirt 170, und electrifirt 240 Gran.

Wir hielten die Vermehrung der Ausdünstung des Knaben A *) für die Wirkung der Furcht, welche wir gleich beim Anfange des Experiments zu bemerken glaubten; die vermehrte Ausdünstung aber von B während der Electrification ließ uns zweifeln, ob diese Vermehrung die Wirkung der Electricität selbst sey, und zwar um so mehr, da dieser Knabe während des Versuchs ganz ruhig zu seyn schien. Aus dieser Ursache entschlossen wir uns, den Versuch zu wiederholen. Wir thaten es an einem andern Tage. Das Thermometer stand damals im Saale 72° und in freier Luft 78° Fahrenh. Der Knabe B verlor erst un-electrificirt 550, und hernach electrificirt 390 Gran. Wir schrieben diese Verminderung der Ausdünstung einer Erkältung des Knaben während des Experiments zu, und untersuchten daher von neuem seine Ausdünstung, ohne Electrification. Sie betrug 330; und als er zum zweiten Male electrificirt wurde, 270 Gran. Herr Kragtingh war auch bei diesem Versuche zugegen.

Wir wiederholten auch den Versuch mit dem Knaben B, nachdem er ungefähr 1½ Stunde in dem Saale gewesen war und also schon die Ver-

*) So heist es im Original; eine der vorigen Zahlen muß also unrichtig seyn, wie sich das auch durch die Folge bestätigt. G.

minderung der Ausdünstung erlitten hatte, welche der Unterschied der Temperatur im Saale verursachen konnte. Seine Ausdünstung war, als er nicht electrifirt wurde, 530, und electrifirt 420 Gran.

Diese Versuche scheinen größtentheils mehr eine Verringerung als eine Vermehrung der unmerklichen Ausdünstung anzuzeigen. Nur in zwey Fällen war die Ausdünstung vermehrt, in allen andern aber war sie merklich vermindert. Diese Verschiedenheit der Ausdünstung bei electrifirten und unelectrifirten Personen scheint uns, wie man aus diesen Versuchen sieht, lediglich dieselbe zu seyn, die von Natur bey dieser thierischen Function Statt hat.

VII.

V E R S U C H E,

welche beweisen, dass die Kohle Wasserstoff enthält,

von

Herrn D. van MARUM

in Haarlem. *)

Herr Landriani, der mich am 10ten November 1788 besuchte, schlug mir unter andern Experimenten, die ich mit unsrer Electrifikationsmaschine machen möchte, auch die folgenden vor. Da er nicht überzeugt war, dass die Kohle von allem Wasserstoffe frei wäre, und folglich zweifelte, ob man sie als eine einfache Substanz ansehen könne, so veranlasste er mich, einige Versuche anzustellen, damit kein Zweifel über diesen wichtigen Punkt der neuen chemischen Theorie übrig bliebe. Als wir über den Versuch des Herrn Lavoisier, über das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft, nachdachten, wurden wir zwar davon überzeugt, dass dieses beweise, dass die Bildung der Kohlen Säure einer Substanz zuzuschreiben ist, die von der Kohle herrührt und mit der Lebensluft vereinigt wird: aber wir waren

*) Eben das., S. 138 ff.

überzeugt, daß dieses Experiment beweise, daß die Kohle keinen Wasserstoff enthalte, so lange man nicht darthue, daß das kohlen- saure Gas, welches aus der Verbrennung der Kohle in der Lebensluft entsteht, kein Wasser enthält; und daß es folglich von demjenigen verschieden ist, das man auf andere Art erhält, und nach den Versuchen des D. Priestley mehr als die Hälfte seines Gewichts an Wasser enthält. Weder Herr Lavoisier noch irgend ein anderer Amphiblogistiker hat durch ein Experiment deutlich erwiesen, daß die fixe Luft oder Kohlen- säure, die durch das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft hervorgebracht wird, gänzlich ohne Feuchtigkeit sey. Es war daher wichtig, sich durch entscheidende Experimente davon zu versichern. Herr Landriani schlug mir in dieser Absicht vor, daß er mit mir, vermittelst unsrer Maschine, das Experiment des Herrn Mongé wiederholen wollte, wodurch dieser Naturk- unde bewiesen hat, daß das Wasser, welches in der fixen Luft oder gemeinen Kohlen- säure enthalten ist, aufgelöst werden kann, wenn man es in einer gläsernen Röhre durch electriche Strahlen electrifizirt. Um diese Operation mit eben der fixen Luft oder Kohlen- säure vorzunehmen, die Herr Lavoisier bei seinem Experimente gehabt hat

te, schlug mir Herr Landriani vor, diese vermittelst des Feuers aus einer Mischung von sehr trockener und entlufterter Kohle und wohl erhitztem rothen Quecksilber-Präcipitat zu bereiten. Wir fingen dieses Experiment den 24sten November an. Um nun von diesen gebrauchten Materialien alle Feuchtigkeit abzufondern, haben wir unmittelbar vor dem Experimente, (Revivification,) viele Minuten hindurch, die gestoßene Kohle glühend gemacht, und das Glas, in welches wir die erzeugte Kohlenfäure sammelten, wohl erwärmt, und wir haben auch nicht unterlassen, das Quecksilber, dessen wir uns bei diesen Experimenten bedienten, bis zum Sieden zu erhitzen. Bei aller dieser angewandten Vorsicht zweifelten wir nun gar nicht, trockene Kohlenfäure zu bekommen, wenn nicht etwa während der Operation, (Revivification,) Wasser hervorgebracht würde.

Um versichert zu seyn, ob wirklich die Kohlenfäure, welche wir durch dieses Mittel erhielten, Wasser enthielte oder nicht, so haben wir aus unsrer Maschine Funken hindurch gehen lassen: denn wenn in dieser Luft kein Wasser war, so konnte auch keine brennbare Luft, (Gaz hydrogène,) da seyn und keine Verkalkung, (Calcination,) des eisernen Drahts erfolgen, welchen

der fixen Luft oder Kohlenfäure ausgesetzt war.
 Um dieses Experiment auf eine überzeugendere
 Art zu bewerkstelligen, brachten wir mit dieser
 Luft eine beträchtliche Fläche von Eisen wäh-
 rend des Electrificirens in Berührung. Wir nah-
 men in dieser Absicht einen eisernen Draht von
 Nr. 11, 24 Zoll lang, welcher, spiralförmig ge-
 drehet, einen Cylinder von zwey Zoll bildete,
 der vermittelst eines Stückes Kork, welches an
 dessen unterm Ende angebracht war, auf dem
 Queckfilber schwamm. Die Kohlenfäure machte
 in der Röhre eine Säule von 4 Zoll und $6\frac{1}{2}$ Linie
 vor dem Electrificiren aus; der Durchmesser der
 Röhre war 7 Linien. Sobald wir aber die electri-
 firten Strahlen durch die Kohlenfäure geleitet hat-
 ten, bemerkten wir zu unserm Erstaunen, daß
 die Luftsäule merklich an Raum zugenommen
 hatte, und nach dem Electrificiren nahm, 16 Mi-
 nuten hindurch, die electrifirte Luft in der Röh-
 re einen Raum von 5 Zoll 1 Linie Höhe ein: die
 Vermehrung der Luft betrug also $4\frac{1}{2}$ Linie, wel-
 ches ungefähr im Ganzen $\frac{1}{18}$ beträgt. Wir wu-
 schen darauf die Kohlenfäure mit ätzendem Alka-
 li so lange, bis von der Masse nichts mehr abging.
 Der Rest betrug alsdann 2 Zoll in eben der Röhre.
 Als wir hierauf eine kleine angezündete Wachs-
 kerze an die Mündung dieser Röhre hielten, ent-

zündete sich die übrig gebliebene electrifirte Luft, so daß die Flamme in der Röhre herabstieg; welches ein Beweis ist, daß die brennbare Luft, die von der fixen electrifirten Luft übrig geblieben, gar nicht oder doch wenig vermischt war.

Da nun dieses Resultat nicht der Idee entsprach, welche uns die Theorie von dem Entstehen der durch das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft hervorgebrachten Kohlensäure giebt: so beschloßen wir, das Experiment zu wiederholen und unsre Sorgfalt zu verdoppeln, um alle Feuchtigkeit sowohl von der Materie als von dem gebrauchten Apparate zu entfernen. Wir erhitzten Alles und machten es, so viel als möglich, unmittelbar vor der Operation glühend. Wir gaben alsdann mehr Acht auf das, was während der Wiederherstellung des Quecksilbers vorging, und bemerkten, daß sich einige Dämpfe an den obern Theil der Flasche anlegten, in welcher die Wiederherstellung geschah, so wie auch in der Röhre, durch welche die hervorgebrachte Luft ihren Weg nahm. Anfänglich glaubten wir, daß dieses sublimirtes Quecksilber wäre; aber bald bildeten sich aus diesen Dämpfen Wassertropfen, welche sich immer mehr und mehr vergrößerten, so wie wir die Operation fortsetzten, dergestalt, daß wir daran nicht zweifeln konnten,

Während dieser Operation mit dem Queck-
silber Wasser hervorgebracht sey.

Wir hielten darauf mit der Operation ein, um
die Flasche und die Röhre wieder zu erhitzen und
zutrocknen: aber sobald sich die Flasche erhitzte
und die Reduction des Quecksilbers wieder an-
fieng, erschienen die Wassertröpfchen abermals
an den Wänden der Flasche und vorzüglich in
der Röhre.

Nach dieser Beobachtung zweifelten wir
nicht: es würde die durch diese wiederholte
Operation hervorgebrachte Luft bei dem Elec-
trificiren eben die Veränderung erleiden und
ebenfalls entzündbare Luft hervorbringen, wie
diejenige, welche wir vorher bekommen hat-
ten; weil wir es als ausgemacht betrachten konn-
ten, daß die Kohlen säure, welche durch die Ope-
ration mit dem Quecksilber hervorgebracht wor-
den, Wasser enthielte. Doch um noch mehr
davon überzeugt zu seyn, electrificirten wir diese
Luft eben so, wie die andere, und das Resultat war
eben dasselbe. Diese Kohlen säure mit einer Pot-
aschenauflösung gewaschen, liefs brennbare Luft
entstehen.

Diese Erfahrungen verdienen, unsrer Meinung
nach, die Aufmerksamkeit der Naturkundigen.
Man kann nicht annehmen, daß das Wasser,

welches mit der Kohlenfäure verbunden ist, und daß dasjenige, welches sich an den Wänden der Flasche und der Röhre zeigte, von der Feuchtigkeit herrühre, welche sich an den Apparat und an die bei den Experimenten gebrauchten Materialien angehängt hatte: denn man hatte Alles, was bei dem Experimente gebraucht werden sollte, auf das sorgfältigste ausgetrocknet; und übrigens war die Menge des Wassers so groß, daß, wenn man auch ein wenig Feuchtigkeit bei dem Apparate und bei den Substanzen, deren man sich bediente, annehmen wollte, jenes doch unmöglich daraus entstehen konnte. Es scheint also nach unsern Versuchen erwiesen zu seyn, daß die Kohle nicht nur die Grundlage der Kohlenfäure, sondern auch der brennbaren Luft enthält, die sich bei der Zersetzung der Kohle mit der Lebensluft vereinigt und Wasser hervorbringt, wovon der eine Theil sich mit der entstehenden Kohlenfäure vereinigt, der andere aber in Dämpfe übergeht und sich an den kältesten Theil des Apparats verdichtet anlegt. Obgleich diese Experimente zu beweisen scheinen, daß brennbare Luft in der Kohle vorhanden ist, so würde man doch mit Unrecht glauben, daß die brennbare Luft das Oxyde oder den metallischen Kalk reducire, in dem Sinne, wie es Stahl nimmt; denn

überrechten uns nur zu dem Zweifel, daß die Kohle keine einfache Substanz sey, und machen es wahrscheinlich, daß in der Kohle selbst die brennbare Luft einen Bestandtheil abgebe. Wenn nämlich die brennbare Luft, welche unsre Versuche in der Kohle anzunehmen gestatten, das fixirende Fluidum des metallischen Kalks ist, so würde sie kein Wasser hervorbringen, sondern sich friedlich mit dem Oxyde verbinden und dieses wiederherstellen. Das Wasser, welches wir bekommen haben, bestätigt nur die Meinung derer, welche die Kohle als eine Substanz angesehen haben, die brennbare Luft enthält; aber daraus folgt keinesweges, daß die Verwandlung der Metallsäuren durch die Veräugung der brennbaren Luft mit der Metallerde vor sich gehe.

Als ich die vorhergehenden Versuche dem Herrn Berthollet in einem Briefe mitgetheilt hatte, wovon man den Auszug in den Annales de Chymie, Tom. II, p. 270, findet, so bat mich dieser berühmte Chymist, daß ich diese Versuche mit dem künstlichen Reifsblei, (Plombagine,) wiederholen möchte, indem er glaubte, daß diese Substanz keine brennbare Luft enthielte, und daß dieses größtentheils die Ursache wäre, daß es bei weitem nicht so leicht als die Kohle brennt.

Ich prüfte diese Muthmaßung, ich machte d
Experiment auf eben die Art wie die vorherg
henden, und fand, daß das Residuum von d
vermittelt dieser Substanz durch die Reducti
hervorgebrachten Luft, nachdem sie electrif
und mit einer Potaschenlauge wohl gewasch
worden, fast ganz unvermischte brennbare Lu
war. Die Quantität dieser brennbaren Luft t
trug aber fast nicht mehr als die Hälfte derjenige
welche wir bei den vorhergehenden Ver
chen aus einer gleichen Menge von kohlenfaur
Luft erhalten hatten.

VIII.

EXPERIMENTE,

*um die strahlende Electricität nachzumachen, welches
man bei den vom Blitze getroffenen Ableitern
wahrgenommen hat,*

VON

Herrn D. van MARKUM

in Harlem. *)

Eine der sonderbarsten Erscheinungen, die uns
bisweilen der Blitz zeigt, ist das strahlende Licht,
welches man bei den Ableitern bemerkt hat, wenn
sie vom Blitze getroffen sind. Als der Ableiter
des Thurms zu Siena vom Blitze berührt wur-
de, beobachteten viele Personen nicht nur einen
electrischen Schein an der Oberfläche des Con-
ductors, sondern auch einen Strom von sehr
sichtbarem Feuer. Der Pater Beccaria, wel-
cher sich die größte Mühe gab, die Aehnlich-
keit und Gleichheit zwischen der electrischen Ma-
terie und dem Blitze zu beweisen, nannte dieses
herrliche Phänomen die strahlende Electricität,
und gab sich viel Mühe, es nachzumachen, aber
vergebens. Als Herr Landriani im Novem-
ber 1788 bei mir war, bat er mich, mit unsren

*) A. d. O., S. 152—156.

IX.
 EXPERIMENTE
 über verschiedene Gegenstände,

von
 Herrn D. van MARUM
 in Haarlem. *)

Ich werde hier einige Versuche beschreiben, die man mir vorgeschlagen hat, deren Resultate aber nicht so entscheidend ausfielen, als ich wünschte, und welche keine sehr belehrenden oder merkwürdigen Phänomene zeigten. Diese Beschreibung wird vielleicht von einigem Nutzen für solche Personen seyn, welche über diese Gegenstände nachgedacht haben, und andere Naturkundige abhalten, ihre Zeit mit Wiederholung eben derselben vergebens aufzuopfern. Ich werde übrigens auch noch einige Experimente hinzufügen, zu welchen die vorgeschlagenen Anlaß gegeben haben.

Wird die Ausdünstung der Pflanzen während des Electrificirens vermehrt?

Ich fing an, die Wirkung der Electricität auf die Ausdünstung der Pflanzen zu versuchen, indem

*) A. a. O., S. 156 — 192.

ich sie mit den Töpfen, in welchen sie stan-
 den, isolirte und sie mit dem positiven Conduc-
 tor dieser Maschine electrifirte. Als ich sie eine
 Viertelstunde electrifirt hatte, fand ich, daß bei
 einigen dieser Pflanzen das durch die Ausdün-
 stung verlorne Gewicht über ein Viertel, bei an-
 dern aber ungefähr ein Drittheil mehr betrug,
 als dasjenige, welches sie in eben dem Zeitraume
 vor dem Electrificiren durch die Ausdünstung ver-
 loren hatten. Obgleich diese Versuche, wenn
 man sie obenhin betrachtet, die Meinung zu be-
 stätigen scheinen, daß die Ausdünstung der Pflan-
 zen durch die Electricität vermehrt wird; so
 schien es mir doch, daß sie diese Vermehrung
 keinesweges beweisen, als ich genauer auf das
 Acht hatte, was während der Experimente vor-
 geht. Man weiß, daß immer aus den Enden der
 electrifirten Ableiter Luft herausströmt, wenn sie
 nicht recht abgerundet sind, und diese ausströ-
 mende Luft verursacht den Wind, welchen man
 empfindet, wenn man sich diesen äußersten Thei-
 len der Ableiter nähert. Wenn man sich einer
 Pflanze nähert, während daß sie electrifirt wird,
 so empfindet man auch den Wind oder die Zug-
 luft, die von den äußersten Theilen der Blätter
 herkommt; und es läßt sich leicht begreifen, daß

diese Zugluft die Ausdünstung der Pflanzen zu beschleunigen kann, weil es sehr bekannt ist, daß der Wind oder die Zugluft, wenn sie trocken ist, die Ausdünstung befördert. Da es unmöglich ist, diese Zugluft zu verhindern, welche von den Enden, (äussersten Spitzen,) der electrifirten Pflanzen herkommt; so folgt, daß es unmöglich ist, nach den Experimenten zu entscheiden, ob die Electricität ihre Ausdünstung vermehrt, wenn man nicht diese Versuche mit Pflanzen anstellen kann, die keine Blätter oder äussern Enden haben, von welchen der Luftzug verursacht wird. Die Ausdünstung ist aber von solchen Pflanzen zu unbedeutend, als daß man in dieser Hinsicht entscheidende Resultate von ihnen hernehmen könnte.

Bringt die Electricität einige Wirkung bei den empfindlichen Pflanzen hervor?

Zu diesen Experimenten habe ich eine der empfindlichsten Pflanzen gewählt, die man nur kennt, nämlich die Mimosa pudica, wovon ich mir ein sehr gesundes Exemplar verschaffte. Nachdem ich sie in die Sonne gesetzt hatte, damit sich ihre Blätter recht entfalten möchten, setzte ich sie 2 Fuß entfernt von dem Leiter, der po-

be positiv electrifirt war. Die Blätter neigten sich ein
 das wenig; aber die Blättchen, aus welchen die ge-
 it federten Blätter zusammengesetzt sind, zogen
 it sich nicht im mindesten zusammen. Darauf ver-
 Es suchte ich die negative Electricität bei dieser
 las Pflanze, welche ich in gleiche Entfernung ge-
 it stellt hatte; ich verspürte keine grössere Wir-
 die kung. Nun stellte ich die Pflanze auf den Con-
 ductor, indem er positiv electrifirt wurde. So
 lange als der Leiter keine Strahlen von sich gab,
 erhoben sich die Blätter nur ein wenig und ent-
 fernten sich von einander bei dem electrifchen
 Stosse; wenn aber der Leiter Strahlen auf einen
 benachbarten Körper warf, so neigten sich die
 Blätter ein wenig und nachher richteten sie sich
 in die Höhe. Dann fingen die Blättchen an, sich
 einander zu nähern und sich zu schliessen, und die
 Blätter neigten sich endlich ganz und gar nach
 unten. Meiner Meinung nach kann man aber die-
 se Wirkung nicht dem Einflusse des electrifchen
 Stoffs selbst auf die Organe der Pflanze zuschrei-
 ben; sondern sie scheint vielmehr daher zu kom-
 men, daß diese empfindlichen Blätter sehr viel
 bei der abwechselnden Bewegung leiden, wel-
 che der electrifche Stoss hervorbringt; denn man
 sieht, daß die Blätter dieser Pflanze sich auch zu-

schließen und herabsinken, wenn man ihnen auf eine andere Art abwechselnde Bewegungen mittheilt. Die Pflanze hatte bei diesen Versuchen nichts gelitten; denn die Blätter fingen sogleich an, sich in die Höhe zu richten und zu öffnen, als sie in die Sonne gesetzt wurde.

Hat die Electricität einigen Einfluss auf die kleinen beweglichen Blätter des Hedyfarum gyrans?

Da ich so wenig Wirkung von der Electricität bei einer der empfindlichsten Pflanzen verspürt hatte, so war ich neugierig, zu sehen, ob sie einigen Einfluss auf die sonderbare Ostindische Pflanze hätte, die unter dem Namen: Hedyfarum gyrans, bekannt ist, welche am Stiele eines jeden Blatts zwei kleine Blätter hat, die, wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden, eine abwechselnde Bewegung haben. Da nun aber die Bewegung dieser Blätter nachläßt oder gänzlich aufhört, wenn man die Pflanze aus dem Treibhause, wo sie gezogen wird, herausbringt, so sah ich mich genöthigt, den Versuch in dem Gewächshause selbst zu machen, wo sich die Pflanze befand. Ich brachte die Cylindermaschine von Nairne, welche unter dem Namen: Nairne's pa-

mit electrical machine, bekannt ist, hinein, weil
 die selbige zu diesem Experimente hinreichend
 wirksam zu seyn schien. Erst theilte ich dieser
 Pflanze die Electricität bald durch den positiven,
 bald durch den negativen Conductor mit, doch
 so, daß ich sie an dem Orte ließ, wo sie war, ohne
 sie zu isoliren; nachher isolirte ich sie und elec-
 trisirte sie wechselsweise mit beiden Conductoren:
 aber bei keinem von diesen Versuchen bemerkte
 ich eine schnellere oder langsamere Bewegung der
 kleinen Blätter dieser Pflanze.

Einfluss der Electricität auf das Barometer.

Herr C h a n g e u x erzählt: er habe be-
 merkt, daß, wenn man das Quecksilber in ei-
 nem Barometer electrifirt hätte, solches von ei-
 ner halben Linie bis zu einer, ja sogar bis zu zwei
 Linien gestiegen wäre; doch fügt er hinzu, daß
 in vielen Fällen die Electricität fast gar nicht auf
 dasselbe zu wirken scheint. *) Man ersuchte
 mich, dieses Experiment mit meiner großen Ma-
 schine zu wiederholen.

Ich hatte diesen Versuch schon öfter ge-
 ben mit Barometern angestellt, deren

a) Journal de Physique, T. XI, p. 338.

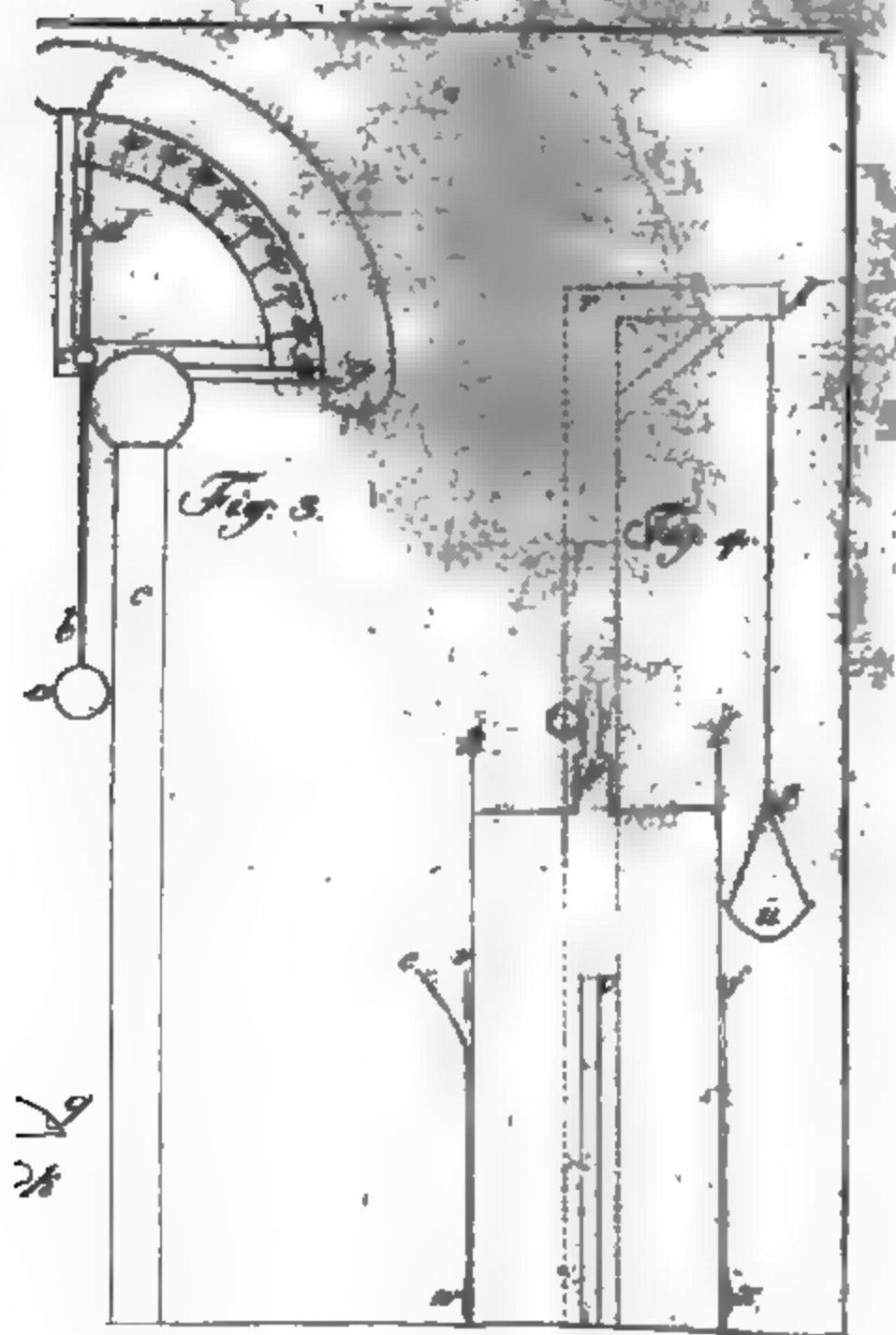
ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll weit waren, ohne daß ich die geringste Wirkung auf das Queckfilber verspürte; ich mochte positiv oder negativ electrificiren. Als Herr Landriani im Jahre 1788 hier war, so wiederholte ich es auch auf sein Verlangen und in seiner Gegenwart mit einem Barometer von gleichem Durchmesser, aber wir bemerkten nicht die geringste Veränderung in der Höhe des Queckfilbers. Im vorigen Jahre ließ ich mich Barometerröhren von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{16}$ Zoll im Durchmesser machen, worin ich das Queckfilber zu andern Experimenten stark kochen ließ. Ich electrificirte nun das Queckfilber, in Rücksicht auf die Versuche des Herrn. Chaux, mit dem positiven Leiter unsrer Maschine in einem dieser Barometer, und bemerkte anfänglich, daß der Merkur beinahe $\frac{1}{8}$ Zoll stieg: aber bald fiel er wieder, und zwar noch tiefer als er vor dem Experimente stand. Hierauf blieb es die ganze Zeit der Electrification hindurch bei dieser oscillirenden Bewegung. Das nämliche Phänomen beobachtete ich bei der negativen Electrification. Doch betrugen die Oscillationen nicht mehr als eine halbe Linie. Als ich dieses Experiment mit einem Barometer von gleichem Durchmesser wiederholte, in welchem das Queckfilber nicht ausgekocht

Ich, so bemerkte ich nicht die geringste Bewegung in dem Merkur. Vergebens versuchte ich, die Ursache dieses Phänomens zu entdecken.

Endlich prüfte ich die Wirkung der Electricität auf den Stand des Quecksilbers in Röhren, deren zugeschmolzene Enden mit Platinadrahthüllen waren; und anstatt das Quecksilber zu electrifiziren, in welchem die Röhre stand, electrificirte ich das Ende der Röhre. Ich verspürte nicht die geringste Wirkung davon in denen Röhren, in welchen das Quecksilber gut ausgekocht war; aber in Röhren, die auf die gewöhnliche Art gefüllt waren und in welchen sich unausgekochtes Quecksilber befand, fiel das Quecksilber um eine Linie in vier Minuten. Anderweitig von mir angestellte Versuche machen es unbezweifelt gewiss, daß das Sinken des Quecksilbers durch den Druck eines elastischen Fluidi, welches der Wärmestoff aus der in der Röhre zurückgebliebenen Feuchtigkeit entwickelt, bewirkt wird. Dieses Fallen des Quecksilbers fand auch in Röhren Statt, welche neu und wohl erhitzt waren, ehe sie angefüllt wurden, und für welche das Quecksilber beinahe bis zum Sieden erhitzt war, wiewohl es nicht über eine halbe Linie betrug.

abgerundeten Eindruck hat, brachte. Diese Kugel stellte ich auf den Leiter der Maschine. Die Verdunstung dieser Flüssigkeiten vermehrte sich nicht, ich mochte den Leiter positiv oder negativ electrificiren.

Ich versuchte auch, auf Herrn Volta's Vorschlag, ob die electrifirte Luft mehr Wasser oder andere Feuchtigkeit in sich nähme, als die nicht-electrifirte. Deswegen stellte ich unter zwei gleiche gläserne Recipienten zwei genau abgewogene und gleiche Theile Wasser; hierauf wiederholte ich dieses Experiment mit dem Ammoniak, und endlich mit dem Schwefel-Aether. Bei jedem Versuche brachte ich auch in die zwei Recipienten zwei gleiche Hygrometer an. Einen von diesen Recipienten stellte ich mit der kupfernen Platte, welche ihn unten zu verschließen dient, auf einen isolirten Tisch, und setzte diese Platte mit dem Leiter in Verbindung. Diese theilte also die empfangene Electricität der Luft mit, welche in dem Recipienten war. Ich entfernte den andern Recipienten ganz außerhalb des Wirkungskreises der Maschine. Nachdem ich nun auf diese



ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

*einer genauen und bequemen Wage,
 nach einer neuen Verrichtung,*

von

M. A. F. LÜDICKER

in Meissen.

Vor ungefähr vier und zwanzig Jahren ver-
langte ich mir eine Wage zu hydrostatischen
Versuchen, welche zwar sehr viel leistete, die
aber, um eben dieselbe Empfindlichkeit zu zei-
gen, an demselben Orte stehen bleiben mußte,
während dem Gestelle die Einrichtung zur horizonta-
len Stellung fehlte. Der Wagebalken, welcher
zehn dresdner Zoll lang war, vertrat die Stel-
lenweisers, dessen horizontale Lage vermittelt
den Quecksilberstandes in einer an beiden Enden
in die Höhe gebogenen Glasröhre angezeigt wur-
de. Auf den Oberflächen der beiden Quecksilber-

Säulen befanden sich kleine, gleich hohe, hölzerne Kegel, mit deren Hülfe man hinlänglich genau die horizontale Lage des Wagebalkens beurtheilen konnte. Da aber diese Absehen um ungefähr vierzehn Zoll höher als die Wageschalen lagen, so ward das Auge wegen des öftern Herauf- und Heruntersehens bei anhaltendem Gebrauche sehr ermüdet. Nachher habe ich, so wie es die Zeit erlaubte, jenen Fehler und diese Unbequemlichkeit zu heben gesucht, und außerdem noch verschiedene Verbesserungen hinzugefügt, welche zum Theil von den bisher bekannten Verbesserungen der Wagen abwichen. Die *Ramsdensche* ^{a)} und die *Hauffsche Wage* ^{b)} sind beide mit vieler Kenntniß und Sorgfalt eingerichtet, und zeigen eine Empfindlichkeit, welche nichts mehr zu wünschen übrig läßt. Da ich aber eine Wage verlangte, welche in den physikalischen Stunden, außer dem Hause, ohne einige Vorbereitung gebraucht werden sollte; so mußte sie sich bequem forttragen und ohne vorhergehende horizontale Stellung benutzen lassen. Diese Absicht glaube ich auf die möglichst einfachste Art erreicht, und mit einer Empfindlichkeit verbunden zu haben, welche mi-

a) Voigt'sches physikalisches Magazin, B. VI, St. 4

b) In diesem Magazine, B. IX, St. 3.

in allen meinen Versuchen vollkommen hinreichend schien. Denn wenn in jeder Wageschale ein Pfund liegt, so bemerkt der Zeiger sehr deutlich ein Pfund Dukaten - Asses. Er bemerkt also $\frac{1}{18}$ des Gewichtes, welches in der einen Schale liegt.

Die Länge des Balkens ist 18 dresdner Zoll, welche hier durchgängig verstanden werden; er ist in der ganzen Länge $\frac{1}{3}$ Zoll breit oder dick, und in dessen Mitte, bey *ci*, Fig. 1, hat er, in einer Länge von 3 Zoll, da, wo die viereckige Hülse aufgeschoben ist, die größte Höhe oder Stärke, welche beinahe $\frac{1}{2}$ Zoll. Die übrige Gestalt dieses Stabes ist sehr rein gearbeiteten eisernen Stabes, und aus der beigefügten Figur erhellen, bei welcher alle Theile $\frac{1}{3}$ des wahren Maasses haben. Die vierkantige messingene Hülse *ci* schließt sehr fest an und kann vermittelst der Schrauben *dd* aufgestellt werden. Sie führt unten die beiden messingenen Bänder, welche den Weiser *mn* tragen. Die vordere und hintere Wand dieser Hülse ist in der Mitte durchschnitten, damit der viereckige messingene Rahmen *fg*, welcher in der zweiten Figur von der Seite sichtbar wird, sich in diesem Durchschnitte herauf - und herunterbewegen kann. Die höhere oder tiefere Stellung dieses Rahmens geschieht mit Hülfe der beiden Gegen-schrauben *ee*, welche auf der obern und untern

Wand der Hülse aufsitzen. In die Mitte dieses Rahmens sind auf beiden Seiten die stählernen Zapfen befestigt, welche, wie gewöhnlich, eine scharfe Kante haben, mit der sie in den flachrunden Lagern aufruhcn. An den Enden laufen diese Zapfen, da, wo sich die scharfe Kante endigt, in eine ein wenig stumpf geschliffene Spitze aus, wie man an andern Zapfen bei *pp*, Fig. 3, sehen kann. Diese Spitzen der Zapfen *bb*, Fig. 2, dienen dazu, daß so wenig als möglich Friction entstehe, wenn sie an die Wände der Zange *rq* antreffen: denn die Weite der Zange ist genau so eingerichtet, daß nur ein kleiner Spielraum für diese Spitzen übrig bleibt, damit das Hin- und Herschieben der Zapfen in den Lagern verhütet werde.

Auf die beiden Enden des Wagebalkens sind die Stahlplatten *ab*, *kl*, Fig. 1, mit zwey Schrauben aufgeschraubt, welche die stählernen scharfen Zapfen führen, auf denen die Oehre von starkem Stahldrahte hängen. Die scharfe Kante dieser Zapfen neigt sich in der Mitte ein wenig herunter, oder hat eine sehr flache Einbiegung, damit sich die Oehrchen nicht hin- und herschieben können. Diese Oehrchen haben nur eine schwache Federhärte, aber die Stahlplatten und alle Zapfen haben die Härte der schneiden-

Werkzeuge bei Eisen- und Stahlarbeiten. Die gleiche Länge der Arme des Waagbalkens wird zuvörderst so nahe als möglich durch das Hin- und Herschieben der Hülse erreicht; die feinere Bestimmung der gleichen Längen hingegen geschieht durch Verrückung der Stahlplatten *ab* oder *kl*. Diese Stahlplatten haben zu dieser Absicht langrunde Löcher, durch welche die Schrauben gehen. Zu mehrerer Bequemlichkeit kann man auch hier, wie bei der Hauff'schen Wage, eine Zugschraube anbringen.

In der zweiten Figur sieht man die ganze Wage nebst dem Gestelle von der Seite. *AB* ist das Bodenbret, in welches die Säule *BC* befestigt ist, die oben den Arm *CD* trägt. Auf jeder Seite dieses Arms ist eine messingene Platte *DE* angeschraubt, welche das Zapfenlager des Zapfens enthält. Die Zange *nq*, Fig. 2, oder *rs*, Fig. 3, bewegt sich durch Hülfe dieser Zapfen *pp* vor- und rückwärts. Innerhalb sind unten zwei Messingplatten *qq* angeschraubt, welche die Zapfenlager der Zapfen *bb* enthalten. Es wird dadurch durch diese Bewegung der Zange bewirkt, daß die Zapfen *bb* jedes Mal eine horizontale Lage haben. An den beiden Außenseiten der Zange befinden sich zwei stählerne Zapfen *oo*,

deren scharfe Kanten in die Höhe gerichtet sind und mit den scharfen Kanten der Zapfen *bb* in einer geraden Linien liegen. Um dieses desto bequemer bewerkstelligen zu können, sind die Zapfen *oo* an die innern Platten *qq*, welche die Zapfenlager enthalten, angeschraubt, und gehen durch die Seitenwände der Zange hindurch. An diesen Zapfen hängt die Zange *ttu*, Fig. 2, und *tuu*, Fig. 3. Sie ist oben weit genug, um sich frei bewegen zu können; unten aber braucht sie nicht viel weiter zu seyn, als zur freien Bewegung des Weisers nöthig ist. An dem untern Ende fuhr sie ein Gewicht, das sich der richtigen Stellung wegen verschieben und stellen läßt, und welches beide Zangen in einer vertikalen Richtung erhält. Dieses Gewicht *a*, welches nach Befinden der Umstände $\frac{1}{2}$ Pfund oder 1 Pfund schwer, oder noch schwerer seyn kann, hat unten bei *β* eine Schraube mit einem breiten Kopfe, über welchem sich das federhart geschlagene Messingblech *γβ*, welches sich um den Stift *δ* herumdreht und bei *εζ*, Fig. 4, eine lange Oeffnung hat, schieben läßt, und vermittelt seiner Elasticität die beiden Zangen fest hält, damit sie sich nicht bewegen können, wenn man die Wage forttragen will.

Die dritte Figur zeigt die vordere Seite der beiden Zangen, welche größtentheils schon beschrieben worden sind. Es ist daher nur noch zu bemerken, daß beide Blätter der untern Zange zwischen *w x* eine große Oeffnung haben, durch welche man die Bewegung des Weisers sieht, und daß in beide Oeffnungen ein feiner Metalldraht *w x* in der Vertikallinie aufgezogen ist, zwischen welchen man die vertikale Richtung des Weisers genau beobachten kann.

Alle sechs Zapfenlager bei dieser Wage sind von einer guten Spiegelmasse, welche in das Messing angelöthet worden ist, gefertigt. Ich hatte mir zwar anfänglich vorgenommen, sie mit harten Steinen zu verwechseln: da sich aber ihre Flächen sowohl, als die Schärfe der Zapfen, so viele Jahre hindurch und bei öfterm Gebrauche so gut und fast ganz unverändert erhalten hatten; so behielt ich dieselben um so mehr bei, da ich mich überzeugt zu haben glaubte, daß sie der Schärfe der Kanten weniger nachtheilig, als harte Steine sind. Daß übrigens die Wageschalen anstatt der Schnüre schwache Drahtketten haben, und die ganze Wage unter einem Gehäuse stehen müsse, ist vielleicht überflüssig, zu bemerken.

Bei dem Gebrauche gewährt diese Wage, viel Bequemlichkeit, da man vor ihr sitzen und, in

gleicher Höhe mit den Schalen, den Weiser zwischen den feinen Drähten bemerken kann; und diese wirklich nicht geringe Bequemlichkeit, welche erst bei anhaltendem Gebrauche recht fühlbar wird, hat mich veranlaßt, einen heruntergehenden Weiser zu erwählen, ob mir gleich bekannt ist, daß er dem jedesmahligen Ausschlage sein ganzes Gewicht entgegenzusetzen müsse, wenn man für kein Gegengewicht gesorgt hat. Dieses Gegengewicht aber wird man bei dieser Wage größtentheils in dem größern Schraubenkopfe der obern Schraube finden. Dieser Schraubenkopf war anfänglich zu schwer, so daß ich ihn bis zur nöthigen Schwere abdrehen mußte. Wäre aber dieses nicht gewesen, so hätte ich nur das nöthige Gewicht an die Spindel der obern Schraube anbringen dürfen, wo ich, durch das Herauf- oder Herunterschrauben dieses Gewichts, die erforderliche Genauigkeit erreichen konnte.

Die vertikale Richtung des Weisers so wohl, als der beiden Absenken an der untersten Zange, wird durch Umwendung des Wagebalkens in der obern Zange berichtigt. Die Berichtigung der gleichen Längen beider Arme des Wagebalkens geschieht vermittelst zweier gleich-schwerer Gewichte, die man in den Wageschalen verwech-

und nach deren Anzeige einen Arm durch
 ; der Stahlplatte mit dem Zapfen kür-
 hter länger macht. Man sehe auch hiervon
 rehandlung des Herrn Professors Schmidt,
 ieren Auszug im Voigtschen phys. Maga-
 gle IX, St. 3, S. 83. Das Gegengewicht
 Anweisers, welches hier der Schraubenkopf
 setzungs mit dem Weiser vollkommen in einer
 it Linie liegen. Hiervon überzeugt man
 sich, wenn der Ausschlag oder der Bogen, den
 der Weiser mit der Vertikallinie einschließt, bei ei-
 nem Uebergewichte auf beiden Seiten gleich
 ist.

Ob man gleich, wie ich vorhin bemerkte,
 das Gewicht des Weisers durch ein Gegenge-
 wicht über dem Ruhepunkte ganz aufheben
 kann; so muß dessen ungeachtet bei jeder Wage
 ein unaufgehobenes Gewicht unter dem Ruhe-
 punkte übrig bleiben, weil die Wage nicht ge-
 nügig einspielen, sondern bald auf diese, bald
 auf jene Seite hin schwanken würde, wenn der
 Schwerpunkt nicht ein wenig tiefer, als der Ru-
 hepunkt läge. Wollte man nun dieses unaufge-
 hobene Gewicht in einem gewissen Punkte des
 Weisers annehmen oder auf diesen Punkt redu-
 ciren; so würden folgende Fragen statt finden:
 1. wie groß dieses unaufgehobene Gewicht sey;

dieser Einrichtung fast zu klein ist, als daß er in Betrachtung gezogen zu werden verdiente, da ohnehin die Grade des Gradbogens zur Bestimmung des Uebergewichts bei allen Wagen, nur als ein näherungsweise Maass anzusehen sind. Denn bei schwerern Gewichten fällt der Schwerpunkt tiefer unter den Ruhepunkt, als bei leichtern; das unaufgehobene Gewicht wird größer, und die Winkel werden kleiner.

Die gemeinen Wagen mit den heraufgehenden Weisern haben, wenn sie sorgfältig und fleißig gearbeitet sind, eine gewisse Flüchtigkeit, welche noch einige Bemerkungen verdient. Wenn das unaufgehobene Gewicht der Wage, ohne Weiser betrachtet, das einzige der Schwere des Weisers vollkommen angemessene Gegengewicht wäre, und also deren Momente einander vollkommen gleich kämen; so befände sich der Schwerpunkt der Wage, nebst Weiser, in dem Ruhepunkte, und die Wage würde nicht einspielen. Wenn hingegen ein solcher Weiser sein eignen ihm angemessenes Gegengewicht hätte, welche sich vollkommen in seiner verlängerten Richtung unterhalb des Ruhepunktes befände; so würde eine solche Wage mit den vorhergehenden Wagen, wenn alles Uebrige gleich ist, übereinkommen: die mittlern Grade würden gleich und die

Mantern etwas kleiner werden. Um aber die
 Nützlichkeit dieser Wagen zu befördern, nimmt
 man in beiden Fällen das Mittel, und giebt dem
 Weiler ein kleineres Gegengewicht, als sein Ge-
 wicht erfordert, damit ein Theil von dem Ge-
 wichte des Weilers einen Theil des unaufge-
 hobenen Gewichts der Wage, wenn der Schwer-
 punkt aus der Vertikallinie gerückt ist, aufhebe.
 Nach wird daher der Winkel, den die Zun-
 ge der Gabel einschließt, größer gemacht;
 und für diese Art von Wagen, wobei man bloß
 den ersten Ausschlag sieht, sehr vortheilhaft.
 Da hiernächst das Gegengewicht des Wei-
 lers in dem prismatischen Stücke des Wagebal-
 lans unterhalb der Zapfen vertheilt ist; so wird
 ein Theil dieses Gegengewichts auf der ent-
 gegengesetzten Seite der Vertikallinie fortrücken,
 wenn die Wage auszuschiagen anfängt, und der
 Weiler wird daher auch in dieser Rücksicht einen
 hohen Bogen beschreiben, als wenn das Ge-
 gewicht in der verlängerten Richtung des
 Weilers gelegen hätte, und zwar bis dahin, wo
 das Gegengewicht ganz außerhalb der Verti-
 kallinie liegt. Solchemnach hängen die Grade
 des Bogens zugleich von der Gestalt des prisma-
 tischen Stücks ab; in der Nähe der Gabel sind sie
 viel größer; die mittlern Grade sind ungleich,

und die letztern kleiner. Man würde daher nicht wohl thun, wenn man eine auf diese Art eingerichtete Wage mit einem Gradbogen verbinden wollte. Dieser Fehler in Rücksicht des Gradbogens läßt sich jedoch bei dieser Wage dadurch verbessern, daß man in der Richtung des Weisers unterhalb des Ruhepunkts ein Stäbchen anbringt, an welchem sich das Gegengewicht des Weisers befindet. Alsdann fällt aber der vorhin bemerkte Vorthail, ihre besondere Flüchtigkeit, hinweg.

Auch diejenigen Wagen, welche keinen besondern Weiser haben, und wo die Arme des Wagebalkens die Stelle des Weisers vertreten, sind von jener Abweichung nicht gänzlich frei. Auch bei ihnen findet ein unaufgehobenes Gewicht statt, welches bei schwerern Gewichten, die man auf denselben abwiegen will, schwerer wird und die äußersten Grade etwas kleiner macht. Wenn aber die darauf zu wiegenden Gewichte meistens beinahe dieselben, oder wenigstens nicht viel größer oder kleiner sind, als das Gewicht, für welches man die Wage eingerichtet hat; so ist diese Art als die einfachste und sicherste für Gradbogen ganz vorzüglich zu empfehlen.

II.

BESCHREIBUNG

*Mikrometers, die Durchmesser schwacher
Saiten zu messen,*

VON

M. A. F. LÜDICKE.

Das kleine Instrument ist zwar schon in dem
Stücke des Wittenberger Wochenblatts
Jahre 1781 beschrieben worden; da aber
es nicht wohl ein Kupfer beigelegt werden
konnte, so konnte die Beschreibung desselben
in allen Stücken die nöthige Deutlichkeit ha-
ben. Um daher so wohl den Mangel der Zeich-
nung zu ersetzen, als einige nachher gemach-
te Verbesserungen zu bemerken, habe ich in
einer nächsten Figur dieses Mikrometer vorgestellt,
wo alle Theile der Zeichnung die Hälfte der
wirklichen Gröfse haben.

Die Grundlage dieses Instruments ist die Platte
von feinkörnigem festen Tafelschiefer, wel-
che in der hintern Seite, ungefähr in dem
Schwerpunkte, eine messingene Achse führt, die
durch den Kopf des Stativs horizontal hindurch-
geht und daran festgeschraubt werden kann.
Vermittelt dieser Achse läßt sich diese Schiefer-

platte nach der Richtung *dc* hin- und herbewegen. Diese Achse so wohl, als die übrigen Stücke, welche daran gebracht werden sollen, lassen sich sehr gut vermittelt zweier Messingplatten befestigen, die den Schiefer einschliessen und mit einem Paar Schrauben zusammengeschraubt werden.

Da die Unveränderlichkeit dieses Werkzeugs vorzüglich von der Unveränderlichkeit der Platte bei Wärme und Kälte, bei Feuchtigkeit und Trockenheit abhängt; so habe ich, statt des alten Buxbaumholzes bei dem ersten Mikroskop, bei diesem den Tafelschiefer erwählt, den man unter der Menge von Schiefertafeln sich sehr bequem die besten und festesten Stücke aussuchen kann, weil er sich leicht bohren läßt, und in Rücksicht der Unveränderlichkeit Alles leistet, was man hier zu verlangen berechtigt ist.

An dem obern Ende dieser Schieferplatte befindet sich eine etwas starke Messingplatte, welche zwischen *rsqp* sichtbar ist, und unter *st* noch fortgeht, mit den Schrauben *x, v* an der Schiefertafel befestigt. Auf diese messingene Tafel ist ein starkes viereckiges Stück Messing *ab* angeschraubt, welches so ausgefeilt ist, daß es die Stelle eines Bügels vertritt, der über die Zange hinweggeht. In dem Raume, den dieser Bügel zwischen der untern Tafel übrig läßt, bewegt sich der

ist ungleicharmige Hebel e/m , welcher an dem einen Ende, bei e , die Gestalt der Hälfte einer Kneipzange, oder eines Tasterzirkels, und bei g den Ruhepunkt hat. Dieser Hebel ist von e bis m von Stahl, und endigt sich zwischen s/m in einem mäßig starken messingenen Streifen, welcher zwischen ik eine hinlänglich große Oeffnung und das Abscheu ik von dem feinsten Silberbleche hat, das sehr nahe über die Theilungspunkte des Bogens so hingehet. An den Stellen der Zapfen hat dieser Hebel auf beiden Seiten, an dem Orte des Ruhepunkts, zwei feine Pfannen, in die vordere Pfanne trifft die sehr feine und gut gehärtete Spitze einer stählernen Schraube, welche bei g durch den Bügel geht, anstatt des Kopfs einen Einstich, und eine messingene Gegenschraube mit ränderirtem Rande hat, wodurch die stählernen Schraube festgestellt werden kann. In die hintere Pfanne setzt sich ebenfalls die Spitze einer solchen Schraube ein. Bei dieser Einrichtung können beide Spitzen so gestellt werden, daß der Hebel sich zwar sanft und frei bewegen, aber nicht ausweichen und wanken kann.

Bei fb sieht man die andere Hälfte der Kneipzange, welche auf die untere Messingplatte festgeschraubt ist. Die Schneiden dieser Zange sind

nicht scharf, sondern ein wenig rund geschliffen, und nur so breit, als zum Festhalten der Saiten nöthig ist; damit die Saite jedes Mahl in einem Punkt der Zange zu liegen komme. Sie hat daher an dem Maule mehr die Gestalt eines Tasterzirkels, und ist übrigens gut gehärtet und geschliffen.

Die Theilungspunkte des Bogens *n* 0 befinden sich auf einer messingenen Platte, welche angeschraubt ist.

Bei der ersten Einrichtung hatte dieses Mikrometer eine schwache Feder, welche die Zange zusammenhielt; da sie aber für Haare, Fäden und andere weichere Körper immer noch einen nachtheiligen Druck bewirkte, so habe ich dieselbe hier ganz weggelassen, und an deren Stelle die Schwere des längern Hebelarms benutzt. Wenn man nämlich das Instrument nach der Richtung von *n* nach *o* etwas dreht, so schließt sich die Zange zusammen. Auf diese Art hat man es in seiner Gewalt, dieses Anschließen so sanft als möglich zu machen. Um aber jedes Mahl dieselbe sanfte Anliegen ohne viele Proben wieder zu bekommen, bringe man an der hintern Wand des Instruments ein Bleiloth an, welches man jedes Mahl auf dem angemerkten Punkte einspielen läßt.

Das vergrößerte Maafs auf dem Bogen *no* wird auf folgende Art gefunden. Es wurden zehn Streifen von dünnem Messingblech, jeder $\frac{1}{20}$ pariser Zoll breit, gefertigt, und ihnen so lange nachgeholfen, bis alle Breiten zusammengenommen $\frac{1}{2}$ pariser Zoll betrugen. Als diese Streifen einer nach dem andern in die Zange gebracht wurden, sah man auf dem Bogen *no*, daß sie nicht von einerlei Breite waren. Es wurden daher die zu breiten Streifen etwas schmaler und anstatt der schmalen andere gemacht; wodurch sich dann der vorige Fehler in so weit verminderte, daß der größte Unterschied der Breiten nur noch 0,04 Linien betrug. Vermittelt dieser zehn Streifen mit Rücksicht auf ihre Unterschiede, und vermittelt einer Menge kurzer Stücke von einerlei Drahtsaite, welche, neben einander gelegt, in der Breite $\frac{1}{2}$ pariser Zoll betrugen, wurde das vergrößerte Maafs für $\frac{1}{2}$ Decimallinie oder für 0,05 pariser Zoll auf dem Bogen *no* bestimmt und befestigt. Dieser Bogen ist groß genug, um in fünfzig gleiche Theile getheilt zu werden; so daß man noch $\frac{1}{4}$ des Theils mit bloßen Augen unterscheiden kann. Es wird daher vermittelt dieses Instruments der pariser Zoll in 1000 und durch Schätzung in 4000 Theile getheilt.

Bei dieser Theilung würde man zwar durch ein anderes sich mehr entfernendes Verhältniß der Halbmesser oder der Bogen, welche sich hier wie 1 zu 33,5 verhalten, noch viel weiter haben gehen können: da es aber, wo nicht ganz unmöglich; doch höchst schwer werden dürfte, die zur Einheit angenommene halbe Decimallinie mit einer, dieser feineren Theilung angemessenen, größern Schärfe zu bestimmen; so würde man nicht ohne Grund besorgen müssen, auf der einen Seite diejenige Genauigkeit zu verlieren, welche man auf der andern zu gewinnen hoffte.

Es ist nun noch zu bestimmen übrig, in wie fern die Temperatur der Luft auf dieses Werkzeug eine Veränderung hervorbringe. Weil der längere Arm ein Absehen von feinem Drahte hat, das bei jeder Veränderung auf die Halbmesser des Kreisbogens fällt; so hat die von der Wärme an diesem Arme entstandene Ausdehnung auf das Instrument keinen Einfluß, wenn die erwählte Grundplatte, welche hier von Schiefer ist, und also der Halbmesser des Kreisbogens, unverändert bleibt. Hingegen verdient die Ausdehnung des kleinen Arms und des messingenen Gradbogens in Betrachtung gezogen zu werden. Wenn man aus den Versuchen, welche in dem Gehler-

schen physikalischen Wörterbuche unter dem Artikel: Pyrometer, neben einander gestellt sind, das Mittel nimmt; so beträgt die Ausdehnung von der Kälte des Eispunkts bis zur Wärme des Kochpunkts, bei dem Eisen 0,00088 und bei dem Messinge 0,00153 der Länge des Stabes. Da nun dieser große Unterschied in der Wärme von achtzig Graden bei diesem Stubeninstrumente sich kaum zur Hälfte ereignen kann; so nehme ich für die größte Ausdehnung des Eisens 0,00044 und des Messings 0,00076 an. Hierdurch würde der kleine Arm, welcher 2,25 Linien lang ist, vermöge dieser Ausdehnung um 0,00099 Linien länger geworden seyn. Da nun der längere Arm, oder vielmehr der Halbmesser des Bogens, 75,5 Linien hlt; so ist die Vergrößerung vor der Ausdehnung $= \frac{75,5}{2,25} = 33,55$, nach der Ausdehnung aber wird sie $= \frac{75,5}{2,25099} = 33,54$. Es ist also in diesem Falle das vergrößerte Maass für eine halbe Decimallinie, welches 16,7 Linien lang und in 50 Theile getheilt ist, um 0,01 Linie oder um 0,03 eines solchen Theils zu groß bestimmt worden; welcher kleine Theil aber als eine unmerkliche Gröfse verschwindet, da man nur noch 0,25 eines solchen

Theils schätzen kann. Die Ausdehnung des Messings oder des vergrößerten Maasses für diese halbe Decimallinie ist ebenfalls geringfügig, denn sie beträgt sehr wenig über 0,03 eines unsrer Theile, und beide Fehler zusammen genommen geben noch nicht 0,1 eines dieser Theile. Man sieht aber hieraus, daß dieser Fehler wirklich sichtbar werden würde, wenn man die Vergrößerung viel höher treiben, und zu dieser Absicht das Instrument sehr vergrößern wollte.

III.

BESCHREIBUNG

*einiger Vorrichtungen und Versuche,
welche bestimmt sind, darzutun, daß mehrere
tropfbare Flüssigkeiten, wenn man sie vom
Drucke der Atmosphäre ganz oder größten Theils
befreit, in den Zustand elastischer oder
luftförmiger Flüssigkeiten
übergehen,*

von

Herrn D. van MARUM
in Haarlem. *)

Schon Lavoisier hat eine Vorrichtung erdacht,
durch die er zeigte, daß mehrere Flüssigkeiten

*) Description de quelques Appareils chimiques nouveaux ou perfectionnés, de la Fondation Teylerienne et des Expériences faites avec ces Appareils par Martinus van Marum, à Haarlem 1798, 116 S., 4., mit 15 großen Kupfertafeln. Vom Texte auch eine Ausgabe in holländischer Sprache. Herr van Marum selbst forderte den sel. Gren bei Uebersendung dieses Werks auf, es für sein physikalisches Journal zu benutzen, in welchem von den elf Abhandlungen schon vier, vor dem Drucke des Werks, in einer Uebersetzung mitgetheilt waren. (Aelt. Journ., B. V, S. 154, die erste, B. VI, S. 1, die zweite; Neues Journal, B. III, S. 96, die vierte, und B. III, S. 369, die siebente.) Gren hatte auch die Absicht,

lediglich durch den Druck der Atmosphäre gehindert werden, in einen luftförmigen Zustand überzugehen. Er bediente sich dazu eines kleinen gläsernen Flacons, zwölf bis funfzehn Linien weit und zwei Zoll hoch, den er ganz mit einer Flüssigkeit anfüllte und mit einer angefeuchteten Blase fest zuband, indem er über ihr, um den Hals des Fläschchens, groben Zwirn sehr dicht und oft umherwand, und über die erste noch eine zweite Blase befestigte. Dieses Glas setzte er auf die Luftpumpe unter eine Glocke, die oben mit einer Lederbüchse versehen war, durch welche ein Stab ging, der sich unten in eine Spitze oder in eine sehr scharfe Schneide endigte. Nachdem der luftleere Raum unter der Glocke gebildet war, drückte er den Stab herunter und durchstach damit die Blase. *) Zu Anfang meiner chemischen Vorlesungen, im Jahre 1792, in welchen ich

die sieben übrigen Abhandlungen nachgerade in den Annalen der Physik erscheinen zu lassen. Da indess die Beschreibung der mehr chemischen Apparate schon für das chemische Journal des Herrn Scherer benutzt wird, so schränke ich mich auf diesen physikalischen Aufsatz, (S. 93 — 100,) und auf die Beschreibung einer sehr einfachen Luftpumpe ein, die in einem der nächsten Stücke folgt. d. H.

*) Lavoisier *Traité de Chymie*, T. 1, p. 19.

Lavoifiers *Traité de Chymie* erklärte, stellte ich diesen Versuch auf dieselbe Art an, fand aber; daß es außerordentlich schwer sey, das Glas so mit der Blase zuzubinden, daß nicht ein kleines Luftbläschen darin bleibt. Und diese Luft, sey sie auch noch so wenig, macht, daß der Versuch nicht selten mißglückt, wenn sie sich bei großer Verdünnung stark ausdehnt.

Ich bediente mich daher in der Folge einer kleinen Flasche, welche auf Tafel IV, Fig. 1, unter *a* vorgestellt ist, und die ich in einen messingenen Ring *b*, auf der Schraube *c* festkitten ließ, um sie vermittelst dieser Schraube auf den Teller der Luftpumpe aufzuschrauben. In diese Flasche paßt ein messingener Stöpsel, der in ihr mit Schmirgel eingerieben ist und sie vollkommen verschließt. Der Stab, der durch die Glocke der Luftpumpe geht, endigt sich in eine Schraube, zu der sich in diesem Stöpsel die Schraubenmutter befindet, so daß sich der Stöpsel durch diesen Stab herausziehen läßt, wenn die Luft hinlänglich verdünnt ist. Dieser Apparat leistete die besten Dienste, und der Versuch mit dem Verdünnten des Aethers oder Ammoniaks im luftleeren Raume der Glocke, mißglückte mir damit nie. Auch kann man mit demselben leichter und sicherer als mit Flaschen, die mit einer Blase zugebun-

den sind, Versuche über das Verdünsten des Wassers, des Weingeistes und anderer Flüssigkeiten, die weniger flüchtig sind, anstellen.

Bei diesen letztern Flüssigkeiten sind jedoch die Wirkungen der Verdunstung minder sichtbar und minder überraschend, als beim Aether oder dem Ammoniak, da sie beim Oeffnen der Flasche nicht, so wie diese, aufbrausen. Auch steigt das Quecksilber in der Barometerröhre der Luftpumpe beim Verdünsten des Wassers nur um wenige Linien, beim Verdünsten des Aethers und Ammoniaks hingegen um zehn Zoll, und kann daher nur wahrgenommen werden, wenn man sich dicht an die Glocke stellt und die Barometer-
röhre unverwandt im Auge behält. Dieses veranlaßte mich, auf ein Mittel zu sinnen, um das *Verdünsten des Wassers* bei öffentlichen Vorlesungen mehreren Personen zugleich recht sichtbar zu machen, und das gelang mir vollkommen bei der Vorrichtung, welche in Fig. 2, auf die Hälfte des wahren Maasses reducirt, abgebildet ist.

Die Glaskugel *A* und die damit verbundenen Röhre *bc*, sind ganz mit Wasser gefüllt, welches durch Aufkochen so viel wie möglich von Luft befreiet ist. Sie ruht auf einer Messingplatte *d*, die man in den Teller der Luftpumpe einschraubt, und wird vom Ringe *f* an ihrer Stelle erhalten.

Die Röhre *bc* geht durch eine Messingplatte *gb*, welche vermittelt zweier Schrauben auf die beiden Säulen *i*, *k* befestigt ist, und über die das Ende der Röhre ungefähr noch zwei Linien weit hervorragt. Das untere Ende des Stabes *l*, welcher durch eine lederne Hülse in die Glocke hinabgeht, ruht in einem Loche der Platte *gb*, und trägt einen horizontalen Arm *m*, welcher bestimmt ist, das Ende der Röhre *bc* abzubrechen, indem man den Stab *l* umdreht. — Steht die Glaskugel gehörig, so stürzt man den Cylinder *ve* darüber, der einen abgeschliffenen Rand hat und genau in den Messingring *pq* paßt, nachdem man zuvor dicht um diesen Ring her erweichtes Wachs gelegt hat. Man drückt den Cylinder stark an, und gießt dann bis zur Höhe von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Zoll über *c* ein recht durchsichtiges Oehl hinein, welchem das Wachs, so lange der Versuch dauert, den Ausfluß hinreichend wehrt. Alsdann setzt man die Glocke darüber, in welche der Stab *l* durch eine lederne Hülse hinabgeht, und schiebt diesen in die für ihn bestimmte Oeffnung der Platte *gb* hinab.

So bald die Luft unter der Glocke möglichst verdünnt ist, und das Quecksilber in der Barometerröhre nur noch zwei Linien hoch, oder niedriger steht, dreht man den Stab *l* um, und

bricht das Ende *c* der Röhre *bc* ab. Alsobald sieht man einen luftförmigen Stoff in Blasen durch das darüber stehende Oehl aus der Röhre hervorstiegen, und dieser Stoff rührt augenscheinlich vom Wasser her, welches, wenn der Druck auf die Oberfläche desselben so geringe ist, in einen dampfförmigen Zustand übergeht. Bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach Reaumur, dauert dieses Verdünsten, bis das Quecksilber auf ungefähr vier Linien in der Barometer-
röhre angestiegen ist. Dann hindert der Druck, den die erzeugten Dämpfe auf das Wasser in *bc* ausüben, das fernere Verdünsten. In je höherer Temperatur man diesen Versuch macht, desto länger dauert die Verdunstung und desto höher steigt, verhältnismässig, das Quecksilber. Pumpt man die entstandenen Dämpfe aus, so geht das Verdünsten sogleich wieder von statten. Und so lässt sich mit diesem Apparate wiederhohlendlich auf die überraschendste Art zeigen, dass das Wasser Dampf- oder Luftgestalt annimmt, so bald der Druck, den die Luft oder Dämpfe auf dessen Oberfläche ausüben, nur klein ist.

Ich habe mich desselben Apparats mit dem besten Erfolge bedient, um darin das *Verdünsten des Alkohols* zu zeigen: Sie währt bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach

Reaumur, bis das Quecksilber in der Barometer-
röhre auf 1,5 Zoll angestiegen ist.

Da diese Verwandlung tropfbarer Flüssigkeiten in elastische oder luftförmige, die erfolgt, wenn ihre Oberfläche keinen oder doch nur einen sehr geringen Druck leidet, einen der Fundamental - Sätze der neuern Chemie ausmacht; so suchte ich sie auf mehrere Arten anschaulich zu machen. Dazu diente mir auch folgender Apparat, der, wie ich nachher fand, dem Apparate sehr ähnlich ist, dessen der berühmte Professor Volta zu Pavia, sich, laut eines Briefs von Vacca Berlinghieri an Seguin, der in den Annales de Chymie, t. 12, p. 292, abgedruckt ist, bedient hat.

A und *B* in Fig. 3 sind zwei eiserne Röhren, $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, die unten verschlossen und auf den hölzernen Dreifuß *C* befestigt sind. Auf ihnen steht ein viereckiger eiserner Kasten, in dessen Boden die Röhren sich öffnen, und an dessen Hinterseite ein 36 Zoll langes Bret befestigt ist. Die Seiten dieses Brets *ef*, *gb* springen $1\frac{1}{2}$ Zoll weit hervor, und tragen Maassstäbe, auf welche Zolle und Linien, französisches Maass, verzeichnet sind. Dieses Bret, dessen horizontalen Querschnitt Figur 4 darstellt, hat sechs Riefen, um eben so viel Barometerröhren aufzunehmen, de-

ren obere Enden vermittelst des kupfernen Riegels *ik* an das Bret angedrückt, und die auf diese Art in ihrer Lage festgehalten werden. Die Barometerröhren, die ich dazu nahm, waren vier Linien weit, und das Quecksilber in ihnen, durch das Auskochen in den Röhren, von Luft und Dämpfen möglichst gereinigt.

Nachdem ich die Röhren *A* und *B*, und überdies noch die Hälfte des Kastens *D* mit Quecksilber angefüllt hatte, stellte ich eine von jenen sechs Barometerröhren, gleich einem gewöhnlichen Barometer, neben den Maassstab *ef*, um mich ihrer bei den Versuchen als Meßbarometer zu bedienen. In die zweite jener Röhren brachte ich ein wenig *Wasser*, welches eine Höhe von zwei Linien über dem Quecksilber einnahm; und dieses läßt sich leicht folgender Massen bewerkstelligen. Man nimmt die Barometeröhre, die ganz mit Quecksilber gefüllt, und unten zugeschmolzen ist, in die Hand, hebt ein wenig mehr als zwei Linien Quecksilber heraus, füllt dafür die Röhre wieder mit Wasser, verschließt sie dann mit dem Finger, kehrt sie um, das zugeschmolzene Ende nach oben, und setzt sie mit dem offenen Ende in den Kasten, neben das erstere Barometer. So wie man die Röhre umkehrt, steigt das Wasser durch das Quecksilber herauf:

schon kaum hat man den Finger fortgenommen, so dann das Quecksilber sinkt und über dem Wasser einen luftleeren Raum bildet;) so verwandelt sich ein Theil des Wassers, das auf dem Quecksilber schwimmt, in eine luftförmige Flüssigkeit, und bewirkt dadurch, daß das Quecksilber tiefer, als in der daneben hängenden Barometer-*röhre*, herabsinkt.

Ich brachte auf dieselbe Art in drei der übrigen Barometerröhren zwei Linien *Alkohol*, *Vitriol - Aether*, *Ammoniak*, und hing sie in das Quecksilber *D*, neben jene Röhren. Die elastischen Flüssigkeiten, in welche diese tropfbaren Flüssigkeiten sich augenblicklich verwandeln, wenn sie sich in der Leere über dem Quecksilber des Barometers befinden, bringen das Quecksilber beträchtlich zum Fallen; und zwar *Wasser* um 0,4 Zoll, *Alkohol* um 1,5 Zoll, *Ammoniak* um 7,2 Zoll, und *Vitriol - Aether* um 12,5 Zoll, bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach Reaumur.

Der Unterschied in der Quecksilberhöhe, der durch die entwickelten elastischen Flüssigkeiten bewirkt wird, läßt sich durch Hülfe des beweglichen horizontalen Index *Im* genau angeben und messen, indem man den obern Rand des Index in die Ebene bringt, die durch das obere Ende der niedriger

stehenden Queckfilberfäule geht, und so diese Höhe, mit der im Barometer, an der Scale vergleicht.

Diese Unterschiede der Queckfilberhöhen bei einerlei Temperatur, stimmen vollkommen mit den Höhen überein, zu welchen im luftleeren Raume der Luftpumpe, das Queckfilber durch Entwicklung jener elastischen Flüssigkeiten bei einerlei Temperatur erhoben wurde.

Der letztere Apparat hat zweierlei Vorzüge vor dem erstern, bei welchem man sich der Luftpumpe bedient. *Erstens* ist er stets im fertigen Stande, um sogleich und ohne Weitläufigkeit den Uebergang tropfbarer Flüssigkeiten in elastische im luftleeren Raume darzuthun, und zwar nicht, wie unter der Luftpumpe, bloß bei Einer Flüssigkeit, sondern bei mehreren zugleich. *Zweitens* läßt sich vermittelt desselben zeigen, (was unter der Luftpumpe nicht möglich ist,) daß die elastischen Flüssigkeiten, die im luftleeren Raume aus tropfbaren Flüssigkeiten entstanden sind, sogleich ihre Elasticität verlieren und in einen tropfbaren Zustand zurücktreten, wenn man sie dem Drucke der Atmosphäre aussetzt. Zu dem Ende braucht man nur die Röhren, welche diese Flüssigkeiten enthalten, eine nach der andern in die mit Queckfilber angefüllte Röhre *A*

der *B* hinabzulassen: denn alsdann verschwindet die elastische Flüssigkeit in der Barometerröhre gänzlich, und das Quecksilber, sammt der darüber stehenden tropfbaren Flüssigkeit, steigt bis in die äußerste Höhe der Röhre, und füllt sie ganz aus; ein Zeichen, daß die elastische Flüssigkeit dann gänzlich in den tropfbaren Zustand zurückgetreten ist. Zieht man darauf die Röhre wieder aus dem Quecksilber dreissig Zoll weit über dessen Oberfläche in *D* heraus, so erscheint die elastische Flüssigkeit sogleich wieder, in welche die tropfbare Flüssigkeit augenblicklich übergeht, so bald sie sich in dem luftleeren Raume befindet, der alsdann über dem Quecksilber entsteht.

* * *

Erhöht man den Luftdruck auf einer der elastischen Flüssigkeiten, dergleichen sich in den vorigen Versuchen aus tropfbaren Flüssigkeiten durch Aufhebung des Luftdrucks entwickelten, z. B. auf Ammoniakgas; so muß die umgekehrte Wirkung erfolgen, und dieser luftförmige Stoff in tropfbares Ammoniak verwandelt werden. Dieser artige Versuch glückte mir in der That, mit Hülfe meiner Compressions-Maschine. *)

*) Die Beschreibung derselben in einem der nächsten Stücke. d. H.

Ich brachte Ammoniakgas, durch Wärme gebildet, in eine oben zugeschmolzene Röhre *ab*, (Fig. 5,) setzte sie, ihre Oeffnung nach unten gekehrt, in ein Gefäß mit Quecksilber *c*, und daneben eine zweite gleich hohe und weite Röhre *de* mit atmosphärischer Luft, so daß die Luftarten in beiden gleichen Raum einnahmen. Dieses Gefäß wurde, mit einer Scale verbunden, unter den Recipienten der Compressions-Maschine gesetzt. Bevor noch die Luft um das Doppelte verdichtet ist, sieht man, daß das Ammoniakgas sich in der Röhre *ab* in einen engeren Raum als die atmosphärische Luft in der Röhre *de* zusammengezogen hat, daß es mithin stärker verdichtet ist. Und treibt man die Verdichtung so weit, daß die atmosphärische Luft in *de* nur $\frac{1}{3}$ des vorigen Raums einnimmt, (da dann ihre Dichtigkeit dreifach, folglich auch, nach dem Mariottischen Gesetze, die zusammendrückende Kraft dreifach ist;) so steigt das Quecksilber in *ab* bis an das Ende der Röhre hinauf, und das Ammoniakgas ist gänzlich in eine tropfbare Flüssigkeit übergegangen. *)

*) Nicht für jeden luftförmigen Stoff findet also das Mariottische Gesetz Statt, wie es Einige meinten. Ein Druck, der einen gewissen bestimmten Grad übersteigt, hebt bei manchem den elastischen Zu-

Sobald man den Hahn öffnet und der comprimirten Luft aus dem Recipienten den Ausgang verstatet, erscheint das Ammoniakgas wieder in seiner luftförmigen Gestalt, und nimmt, wenn die erste Dichtigkeit der Luft wiederhergestellt ist, fast den ganzen vorigen Raum der Röhre *ab* wieder ein. Diesen interessanten Versuch habe ich zum ersten Mahle im März 1787, gemeinschaftlich mit Herrn Paets van Troostwyk angestellt.

stand gänzlich auf, und bringt den tropfbaren hervor, bei dem weiter keine merkliche Verdichtung Statt findet. Das könnte bei der atmosphärischen doch auch vielleicht der Fall seyn. Und dann hätte nicht bloß das Mariottische Gesetz, sondern auch alle Verdichtung, bestimmte Schranken, wie das sehr wahrscheinlich ist. d. H.

IV.

BESCHREIBUNG

*des von H. Hassenfratz verbesserten
Ramsdenschen Areometers. *)*

Dieses Instrument, so wie es Ramsden einrichtete, **) bestand in einer kleinen Schnellwage aus Messing. Auf dem längern Arme wird nach Art

*) *Annales de Chymie, An 6, No. 76, 77, 80, Trois Mémoires de Hassenfratz de l'aréométrie.* Diese Abhandlungen machen den Anfang einer vollständigen Arbeit über Areometer, die Hassenfratz in sieben Memoiren zu vollenden denkt. Das erste enthält die allgemeine Theorie, in der wir eben nichts Neues, eher manchen kleinen Mißverstand gefunden haben, und die Beschreibung des verbesserten Ramsdenschen Areometers; das zweite, die Beschreibung verschiedener Senkwagen; das dritte, vierte und fünfte, Methoden, besser eingetheilte Senkwagen für Soole, Säuren und Weingeist zu bilden; das sechste und siebente, Vergleichen der gebräuchlichen mit diesen verbesserten Eintheilungen, und eine leichte Art, diese Eintheilung aufzutragen. Ein Mitarbeiter hat das Neue aus diesen etwas weitschweifigen Abhandlungen kurz ausgezogen, und diese Beschreibung macht davon den Anfang. d. H.

**) Es ist unter andern beschrieben im *Journal de Physique, An 1792, Juin.*

der römischen Wagen ein bestimmtes Gewicht nach Willkühr verschoben; an den andern ist eine mit Quecksilber gefüllte Glaskugel an einem Pferdehaare aufgehängt. Diese Kugel wird in die Flüssigkeiten eingetaucht, und man schließt aus dem Gewichtsverluste, den sie in denselben erleidet, auf die specifische Schwere der Flüssigkeiten.

So bequem dieses Werkzeug zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Flüssigkeiten war, so reichte man doch damit für das specifische Gewicht fester Körper nicht aus, deren Gewichtsunterschiede zu beträchtlich sind, als daß man durch das Verschieben des Gewichts, welches bei leichtern hinlängliche Genauigkeit gab, auch bei schwerern die gehörige Schärfe in der Bestimmung hätte erhalten sollen.

Um dieses zu bewerkstelligen, bringt H. Hassenzafz auf dem längern Arme der Wage zwei Gewichte *A* und *B*, Taf. III, Fig. 7, an, die sich beide für sich verschieben lassen, und von denen das eine durch seine Stellung Grammen, (gleich 18,841 Grän,) das andere Centigrammen, (gleich $\frac{1}{100}$ Grän,) angiebt. Man bringt auf dem Arme, nach Gefallen, entweder für jedes der beiden Gewichte eine besondere, oder für beide eine gemeinschaftliche Eintheilung an. Das Grammengewicht

Stellt man auf einen der Theilstriche, dem Gleichgewichte so nahe wie möglich, und bewirkt dieses dann vollends durch die Stellung des Centigrammengewichts, so daß beide vereint das Gewicht des abzuwiegenden Körpers in Grammen und Centigrammen angeben. An das Ende des kleinen Arms wird, an einem sehr dünnen Drahte von Platin, der Körper, dessen Gewicht man wissen will, aufgehängt. Ungeachtet die Wassermasse, welche dieser Draht verdrängt, wenn er eingetaucht wird, sehr geringe ist, so kann man doch selbst diesen geringen Verlust, durch das Verschieben eines kleinen Hütchens C, ersetzen.

Nach dieser Einrichtung dient das Werkzeug, welches weder zerbrechlich, noch durch eine Menge feiner Gewichte beim Gebrauche und auf Reisen beschwerlich ist, zugleich als Wage des absoluten und des specifischen Gewichts der Körper — In ein Kästchen gepackt, kann man es in der Tasche tragen; und statt des langen Glasbechers, der bei andern Senkwagen nöthig ist, dient ein gewöhnliches Trinkglas.

Diese Wage mit einer Eintheilung nach den neuen Grammen- und nach dem alten Markgewichte kostet bei Ferrat, *Ingénieur, en Instru-*

mens de mathematiques in Paris, achtzehn Franken, deren jeder einen *Livre tournois* gilt.

Sie kann auch sehr leicht zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Flüssigkeiten eingerichtet werden, wenn man an den Platindraht eine mit Quecksilber beschwerte Glaskugel hängt. Da aber hier wiederum die Unannehmlichkeit des leichten Zerbrechens eintritt, so werden diejenigen, welche an physikalische Geräthschaften etwas wenden können, wohl thun, sich eine hohle Kugel von einem Metalle, wie Gold und Platin, das nicht leicht verkalkt wird, verfertigen zu lassen, oder wenigstens eine hohle vergoldete Metallkugel, die sich durch einen Ausguß mit Harz oder einem ähnlichen Stoffe leicht gegen Beulen schützen läßt.

Zusatz des Herausgebers.

Bei diesem Gebrauche, zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Flüssigkeiten, hat das Ramsdensche Areometer vor den gewöhnlichen Senkwagen den grossen Vorzug, daß sich darauf ohne Schwierigkeit eine gleich getheilte Scale reissen läßt, die sogleich das specifische Gewicht jeder Flüssigkeit, in welche die Kugel getaucht wird, angiebt, indess eine solche Scale bei den gewöhnlichen Senkwagen, nach *Beaumé's* Art, aus ungleichen

Theilen besteht, die aufzutragen, mühsam und unsicher ist.

Soll es eine *allgemeine Senkwage*, für jede Art von Flüssigkeit werden, so ist das Instrument so einzurichten, daß, wenn die Kugel in destillirtes Regenwasser getaucht wird, der Ort der Läufer so ziemlich in der Mitte des längern Armes liegt, so daß die Läufer sich für specifisch schwerere Flüssigkeiten nach dem Ruhepunkte zu, für specifisch leichtere von dem Ruhepunkte ab, gehörig weit verschieben lassen. Mit dem größern Läufer läßt sich z. B. die Veränderung des specifischen Gewichts bis auf Fünfhundertel, mit dem kleinern bis auf Tausendel anzeigen.

Will man das Areometer zu einer Senkwage für Mischungen zweier bestimmter Flüssigkeiten, z. B. zu einer *Soolwage* oder einem *Alkoholometer*, einrichten, und verlangt dabei nicht, bis über Hundertel hinaus zu gehen: so reicht man mit dem einen Läufer A aus, der so einzurichten ist, daß er, bei der Soolwage, am äußern Ende des Arms geschoben, die Metallkugel, in destillirtes Regenwasser getaucht, gleich wiegt, unweit des Drehpunkts hingegen der Metallkugel, wenn sie in die stärkste Soole versenkt wird, das Gleichgewicht hält; bei dem Alkoholometer umgekehrt. Hat man den Ort des Läufers in beiden Lagen genau bemerkt, und es ist z. B. das specifische Gewicht geschwängelter Soole 1,21, oder des reinsten Weingeistes 0,79; so hat man nur den gefundenen Fundamentalabstand, sowohl bei der Sool- als bei der Weingeistwage, in 21 gleiche Theile zu theilen, und dabei, vom Orte des Läufers für destillirtes Wasser an, (bei welchem 1 zu stehen kommt,) nach

dem Ruhepunkte zu, die Zahlen 1,01, 1,02 u. s. f., vom Ruhepunkte abwärts 0,99, 0,98 u. s. w. zu setzen, um eine Sool- oder Branntweinwage zu erhalten, die sogleich die specifischen Gewichte jeder Soule oder jedes Weingeistes, folglich mittelbar auch die Antheile von Salz und Wasser, oder von Weingeist und Wasser in ihnen angiebt, und daher den gewöhnlichen Senkswagen, nach Beaumé's Art, mit ihrer nichtslegenden Eintheilung, weit vorzuziehen ist, und diese billigen aus den Werkstätten und chemischen Laboratorien vergrangene Vortheile. Auf eine ähnliche Art ist die Eintheilung für eine allgemeine Senkwage zu machen.

Dafs aber auf dem Ramsdenschen Areometer, für gleiche Veränderungen in der Dichtigkeit des Fluidi, in welches die Kugel getaucht wird, der Läufer immer gleich viel verrückt, folglich für gleichmäfsig wachsende oder abnehmende Dichtigkeiten, die Scale gleich getheilt werden müsse, dafür giebt Herr Hassenfratz einen unstatthaften Grund an, der leicht verleiten könnte, die Richtigkeit dieser Eintheilung in Zweifel zu ziehen, und der mir deshalb eine Berichtigung zu verdienen scheint. „Da der Gewichtsverlust der Kugel“, sagt er, „in verschiedenen Flüssigkeiten, sich direct, wie die Dichtigkeit dieser Flüssigkeiten verhält; so müssen die Gewichte, welche der Kugel das Gleichgewicht halten, in demselben Verhältnisse seyn, (!) und deshalb *les divisions du levier, correspondant à des densités égales, doivent être des divisions égales.*“

Wiegt die Kugel in der Luft Q , in den Flüssigkeiten P , P' Gran; so ist ihr Gewichtsverlust im Wasser $Q - P$, $Q - P'$ Gran. Diese Gröfsen stehen allerdings

im Verhältnisse der Dichtigkeiten der Flüssigkeiten; als aus ihrem Verhältnisse läßt sich auf das Verhältniß P : im Allgemeinen nichts schließen, und dieses ist viel weniger als jenem gleich. Wäre das der Fall, so würden sich die Dichtigkeiten verkehrt, wie die Abstände des Läufers vom Ruhepunkte verhalten, und dann hörten keinesweges zu gleichen Veränderungen in der Dichtigkeit, gleiche Eintheilungen des längern Arms.

Folgendes ist der Beweis für die angegebene Eintheilungsart des Ramsdenschen Areometers als Senzwage. Der Läufer wiege P Gran. Die Entfernung derselben vom Ruhepunkte sey, wenn die Kugel in der Luft abgewogen wird, c Linien; wenn sie in destillirte Regenwasser, bei der Temperatur von 10° Reaum., gewogen wird, a Linien; und endlich x Linien, wenn man sie bei derselben Temperatur in einer Flüssigkeit abwägt, deren specifische Schwere m ist, (die specifische Schwere des destillirten Regenwassers bei einer Wärme von 10° nach Reaumür, wie immer, 1 gesetzt). Alsdann ist der Gewichtsverlust der Kugel im Wasser $Pc - Pa$; ihr Gewichtsverlust in der m mahl specifisch schwerern Flüssigkeit $Pc - Px$; und da diese Gewichtsverluste im Verhältnisse der specifischen Schwere beider Flüssigkeiten stehen, $P \cdot (c - a) : P \cdot (c - x) = 1 : m$, folglich $c - x = m \cdot (c - a)$ und $x = c - (c - a) \cdot m$.

Die specifische Schwere der Flüssigkeit, m , und die dazu gehörige Entfernung des Läufers vom Ruhepunkte, x , sind also zwar nicht indirect proportional, hängen aber doch von einander; nach einer Gleichung des ersten Grades ab, so daß, wenn m gleichförmig

wächst, x gleichförmig abnimmt, und umgekehrt. *) Verändert sich also die Dichtigkeit der Flüssigkeit von 1 bis 1,21 durch alle Hundertel; so verändert sich auch die Entfernung des Theilstrichs vom Ruhepunkte immer um gleich viel, und zwar um den ein und zwanzigsten Theil des Fundamentalabstandes, den man daher nur in 21 gleiche Theile zu theilen braucht, um die Stellen des Läufers für die nach Hunderteln wachsenden oder abnehmenden specifischen Gewichte zu erhalten.

Ist der einzutheilende Arm der Schnellwage so lag, daß der groÙe Läufer sich weit genug verschieben läßt, um der Kugel, wenn sie in der Luft gewogen wird, das Gleichgewicht zu halten, so bemerke man die Stelle des Läufers in diesem Falle, und beobachte auch den Ort des Läufers, wenn die Kugel in destillirtem Wasser, welches die Temperatur von 10° Reaum. hat, abgewogen wird. Da die Dichtigkeit der Luft hierbei

*) Sind nämlich Δx , Δm zwei zusammengehörige Veränderungen, so ist $\Delta x = - (c - a) \cdot \Delta m$. Construirt man die gefundene Gleichung geometrisch, so wird jedes x durch das dazu gehörige m , vermittelt zweier gerader Linien, von bestimmter Lage, ae und df , (Fig. 8,) gegeben, die sich in einem Punkte b so durchschneiden, daß, wenn man auf ae von a an, die Dichtigkeiten als Abscissen nimmt, und die dazu gehörigen Perpendikel ef die Abstände x bedeuten, $ab = \frac{c}{c-a}$, und das Perpendikel $ad = c$ ist. Zu gleichen Veränderungen auf ae , gehört dann immer ein gleicher Unterschied der Perpendikel ef .

für nichts zu rechnen ist, so theile man diesen Abstand (der in unsrer Formel den Werth $c - a$ hat,) in viel gleiche Theile, als nach dem verlangten Werthe eines Theils der Scale, auf die Dichtigkeiten von a bis b kommen müssen. Dieses giebt die zuverlässigste Eintheilung, die von dem Irrthume frei bleibt, der aus der falsch angenommenen specifischen Schwere der Flüssigkeit, die man zur Bestimmung des Fundamentabstandes gebraucht hat, entstehen könnte.

Selbst wenn der einzutheilende Arm des Aréometers zu kurz ist, um diese Eintheilungsart zuzulassen, und es ist nur das specifische Gewicht der Kugel, g , gegeben, so läßt sich hieraus, und aus der Stelle des Läufers, wenn die Kugel in destillirtem Wasser abgewogen wird, jener Abstand $c - a$, (folglich auch die GröÙe jedes einzelnen Theils auf dem längern Arme leicht in Linien berechnen, und so die Eintheilung antragen. Es ist nämlich $c = \frac{a \cdot g}{g - 1}$, woraus sich $c - a$ und die Länge jedes Theils ergibt.

(Mehr aus diesen Memoiren im folgenden Hefte.)

V.

GESCHICHTE

der Naturwissenschaften;
als akademische Vorlesungen vorgetragen

von

D. FR. ALBR. CARL GREN.

Ein Fragment

aus dessen nachgelassenen Papieren. *)

Einleitung.

I. Plan und Umfang.

Die Geschichte der Wissenschaften sammelt die ersten Materialien und Bruchstücke, aus denen

*) Die Form akademischer Vorlesungen hatte der selbige Gren wohl nur gewählt, weil sie größere Freiheiten und mehr Lebhaftigkeit als der gewöhnliche historische Vortrag gestattet. Das, was wir hier mittheilen, war zum Theil schon mundirt; und der Verfasser würde es so der Presse übergeben haben, hätte seine schwächliche Gesundheit ihm erlaubt, die Arbeit auf diese Art zu vollenden. Freilich enthält es nur die Einleitung und die erste Anlage zu dem großen historischen Werke über die Physik, dessen Bearbeitung eine Zeit lang zu den Lieblingsplanen Grens gehörte; auch hatte man, so viel wir diesen verdienten Gelehrten zu kennen glauben, von ihm viel mehr in der Geschichte der neuern Physik zu erwarten,

nachher das Gebäude der Wissenschaften errichtet wurde, und sucht die Quellen auf, woraus die Kenntnisse ausflossen; sie forschet dem Ursprunge desjenigen nach, was das Gebiet unserer Einsichten in den Zusammenhang von Ursache und Wirkung erweitert; sie zeigt uns die Lagen, worin sich die Wissenschaften in den verschiedenen Zeitaltern befanden, und die Fortschritte, die sie bey verschiedenen Völkern machten; sie lehrt uns aber auch zu gleicher Zeit die Abwege kennen, auf welchen sich diejenigen verirrt, die sie trieben, und die Hindernisse, die sie zu

als da, wo er dem ersten Ursprunge wissenschaftlicher Kenntnisse im fabelhaften Dunkel der Vorzeit nachspürte, und wo die Dürftigkeit der Materie zu groß ist, als daß nicht Alle, die sich auf das Ausmahlen einlassen, gar bald zusammentreffen und in die allgemeine Culturgeschichte überschweifen sollten. Dennoch, glauben wir, werden die Verehrer des Verfassers es nicht ungern sehen, daß wir dieses Bruchstück aus den wenigen hinterlassenen Handschriften Grens, (auch wenn das in unserer Macht gestanden hätte,) nicht unterdrückt haben. Es enthält manche interessante Idee, eine kleine Probe des gewählten Vortrags und der Ausführung, und setzt hinlänglich den Plan aus einander, bei dem wir nur fürchten, daß er zu weit-umfassend seyn möchte, als daß Ein Physiker allein der Ausführung desselben gewachsen seyn sollte. d. H.

berwinden hatten. Die Geschichte der Wissenschaften ist also auch immer die Geschichte der Irrthümer und der Verirrungen des menschlichen Verstandes. Sie kann daher für diejenigen, welche die nämliche Laufbahn betreten wollen, nicht anders als nützlich seyn. Dies ist der Grund, der mich veranlaßt, hier einen Abriss der *Geschichte der Naturwissenschaft*, von ihrem ersten Ursprunge an, bis auf unsre Zeiten zu liefern. Mein Plan, nach welchem ich sie abhandeln will, ist in dem eben Angeführten enthalten. Ich will mich bemühen, die verschiedenen Lagen, worin sich die Naturwissenschaft befunden hat; die Veränderungen, die sie erfuhr; und die Umstände, die ihren Wachsthum begünstigten oder verhinderten, vor Augen zu stellen, und solcher Gestalt dem Ideale, das ich mir von einer pragmatischen Darstellung derselben entworfen habe, so viel als möglich mich zu nähern suchen.

Ich fühle es, mein Unternehmen ist groß und übersteigt vielleicht meine Kräfte; allein ich hoffe auch, daß die Zeit und die Unterstützung gelehrter Männer mich in Stand setzen wird, meine Arbeit der Vollkommenheit immer näher zu bringen. Ich kenne die Verpflichtungen des Geschichtschreibers, und werde sie nie aus den Augen setzen. Unparteilichkeit und Treue sollen

nach-seiten, und keine Vorurtheile des Ansehens blenden. In Ansehung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse vergangener Zeiten und der Entdeckungen durch solche Personen, die uns selbst keine Produkte des Geistes, welche uns Data an die Hand geben könnten, hinterliessen, sondern die wir nur aus den Ueberlieferungen späterer Zeugen kennen, ist eine richtige und kritische Schätzung ihres Werths um so nöthiger, weil diese Zeugen oft einen zu entfernten Abstand von jenen hatten, oder selbst durch Vorurtheile geblendet waren, oder ihre eignen Meinungen den überlieferten unterlegten, oder sie auch absichtlich verdreheten. Die Geschichte unserer Wissenschaft ist voll von Beispielen dieser Art.

Was dem Geschichtsforscher der Welt- und Staatengeschichte die ächten und diplomatischen Urkunden sind, das sind dem Verfasser der Geschichte der Wissenschaften die Werke der Schriftsteller selbst. Sie sind ihm die eigentliche und erste Quelle, aus denen er die Geschichte ihrer Lehrmeinungen aufstellt. Beide aber haben dabei gleiche Schwierigkeiten zu überwinden, wenn es Denkmähler und Urkunden betrifft, deren Ursprung sich in die Nacht verflössener Jahrhunderte verliert, die verstümmelt auf uns gekommen sind, oder deren Sinn zweideutig ist. Hier muß
man

man sich oft mit Wahrscheinlichkeit begnügen, bis künftige Zeiten durch Entdeckung von mehreren Datis Licht verbreiten und die Wahrheit an den Tag bringen.

Die Geschichte der Erfindung von Werkzeugen und den Produkten der physischen Kunst, muß und darf nicht in der Geschichte der Physik übergehen werden. Da sie eine *gemischte* Wissenschaft ist, da ihre Folgerungen und Schlüsse bloß aus Erfahrungen abgezogen seyn können, und ihre Wahrheiten nur auf Beobachtungen und Versuche an den Körpern gegründet sind; so verdienen die Männer, welche die Summe der Beobachtungen vermehrten, neue Versuche anstellten, durch welche wir näher mit den Eigenschaften und Verhältnissen der Stoffe bekannt wurden, oder welche Werkzeuge zur Veränderung des Zustandes oder Körpers, und zur Aufschließung ihrer verhüllten Kräfte, oder zur richtigen und genauen Beobachtung erfanden, mit denen einerlei Rang, welche uns mit den Naturgesetzen selbst bekannt machten. Aber der Ursprung mehrerer und sehr wichtiger Werkzeuge, und so vieler physischer Produkte, ist uns, so wohl in Ansehung der Zeit ihrer Erfindung, als ihrer Erfinder, unbekannt, ungeachtet viele dieser Entdeckungen von solchem Werthe sind, daß ihre Urheber

wohl verdient hätten, im Tempel des Nachruhms die Unvergesslichkeit zu erlangen, und ungeachtet viele derselben von unsern jetzigen Naturforschern, mit allem Nachdenken und aller speculativen Kenntniß ausgerüstet, nicht erfunden seyn würden. Viele schätzbare Erfindungen sind nämlich die Sache des Zufalls gewesen, und oft von Personen gemacht worden, die sie eben so andern überlieferten, als Handwerker ihre Künste dem Lehrlinge ohne schriftlichen Unterricht mittheilen, deren Erfindung sich so Jahrhunderte durch bleibend in der Ausführung erhält, auch wenn der Erfinder längst vergessen ist. Viele physische und chemische Künste und Produkte sind auch erst unmerklich und allmählig zu einem gewissen Grade der Vollkommenheit gekommen; das Bedürfnis erfand sie, änderte sie ab und vervollkommnete sie. Es fiel den Erfindern nicht ein, ihre Erfindungen oder Verbesserungen schriftlich der Nachwelt mitzutheilen, wozu sie auch wohl oft nicht einmahl fähig waren. Nach Jahrhunderten, ja, nach Jahrtausenden, staunt nun der Forscher, der das Ganze der Operation übersieht, und die Gründe des Verfahrens entwickelt, wie man, ohne wissenschaftliche Kenntnisse zu besitzen, so sinnreiche Operationen habe erfinden können. Mehrere Dinge des gemeinen Lebens geben dazu

Beispiele. Ich nenne nur das Bierbrauen und
in Hüttenwesen, die Saigerung und das Abtreiben
des Silbers. — Durch den Mangel aller Nach-
richten vom Ursprunge solcher Erfindungen, ent-
steht eine wesentliche Lücke in der Geschichte der
Physik.

Wollen Sie, meine Herren, in den Stand zu setzen,
von der Wahrheit meiner Darstellung der Ge-
schichte der naturwissenschaftlichen Kenntniß selbst
zu urtheilen, werde ich treulich die Urquellen, wor-
aus ich zu Rathe ziehe, d. h. die Schriften der
Naturforscher selbst, aus welchen ich meine Be-
weise hernehme, ausführlich anzeigen, und mit
Stellen dieser Schriftsteller selbst belegen.

Ich schränke mich bloß auf den *rationellen*
Theil der Naturwissenschaft ein, mit Ausschluß
der Naturbeschreibung, oder der sogenannten
Naturgeschichte. Der Umfang würde zu groß
werden, wenn ich diese eben so ausführlich mit
darunter begreifen wollte. Die rationale Natur-
wissenschaft hat die Naturphänomene, d. h. die
Veränderungen des Zustandes der Körper, und
die Begebenheiten in der Körperwelt zum Gegen-
stande, und die Untersuchung ihrer Ursache und
der Gesetze, nach welchen sie geschehen, zum
Zwecke. Kenntniß der *Größe* der Kräfte ist zur
richtigen Schätzung derselben unumgänglich.

lehrreich, die besondern individuellen Lagen zu entdecken, durch welche sie zu dieser oder jener Entdeckung veranlaßt wurden. Die biographische Nachricht von denselben ist gewisser Maßen ein schuldiger Tribut der Dankbarkeit, den wir ihren Verdiensten bringen; denn diese Männer sind in der Geschichte der Wissenschaften, was die Herrscher in der Staatengeschichte sind. Jene verdienen darin oft mit mehrerm Recht ihre Stelle, als die letztern in dieser.

Endlich ist noch die Anzeige der litterarischen Produkte und der *Schriften* der Naturforscher zur vollständigen Geschichte der Physik unentbehrlich.

Der Vortrag der Geschichte muß, wenn er eine Uebersicht der verschiedenen Lagen, worin sich die Wissenschaft befand, geben soll, so viel als möglich *chronologisch* seyn. Es ist zweckwidrig, ihre Epochen nach denen der Weltgeschichte festzusetzen, da doch die Revolutionen der Staaten und Völker auf die Beförderung der Wissenschaften oft so wenig Einfluß hatten, als die Geburt Christi. Ich theile also die Geschichte der Naturlehre in folgende vier große *Perioden* ein; 1. von der *Entstehung der Nationen* bis auf *Aristoteles* (V. S. a. C. N.); 2. von diesem bis auf die *alexandrinische* *Säcula* (III. S. p. C. N.); 3. von der

der platonischen Secte bis gegen das Ende des sechzehnten Jahrhunderts, oder bis auf den Ursprung der Experimental-Physik; und 4. von den letztern hin auf die neuesten Zeiten. Der groſſe Abstand dieser Epochen von einander und die Mannigfaltigkeit der Gegenstände machen es nöthig, gewisse Punkte darin zu haben; ich werde daher, je nachdem es die Natur der Sache erlaubt, nach gewissen Nationen, Secten, Erfindungen, berühmten Männern, Jahrhunderten oder Jahrzehnten u. dergl. festsetzen.

Die Kenntniß der Welt- und Staatengeschichte wird hierbei als bekannt vorausgesetzt.

II. Hülfsmittel zur Geschichte der Naturwissenschaft,

Die in den *Schriften der Physiker und Naturphilosophen* vorgetragenen Lehren, und die darin mitgetheilten Erfahrungen, machen den eigentlichen Gegenstand der Geschichte der Naturwissenschaft aus. Sie sind also die eigentlich erste Quelle, aus welcher der Geschichtsforscher schöpfen muß. Da indess eines Mannes Leben nicht hinreichen würde, alle diese Schriften mit dem Fleiſſe zu studiren, als zur Darstellung und Entwicklung der Geschichte der Physik erforderlich wäre; so ist es nöthig, die Hülfsmittel zu

willen, welche wenigstens einen Leitfaden in der Bearbeitung dieser Geschichte an die Hand geben, oder Bruchstücke und Materialien dazu vorbereitet haben, aus denen sich nachher leichter etwas Ganzes zusammensetzen läßt. Es ist um desto nöthiger, sich nach diesen Hülfsmitteln umzusehen, da wir noch gar keine *Geschichte der Naturwissenschaft* in dem Umfange und nach dem Plane haben, als sie Bedürfnis ist. Das Werk, welches uns Herr de L^oys, *) neuerlich hinterlassen hat, fängt erst mit Galiläi, vom Jahre 1589 an, und geht bis 1685. Es enthält also nur einen Theil unserer letzten Periode. Die Ordnung des Verfassers ist nicht die beste und gewähre keine gehörige Uebersicht. Wenn er auch gleich an manchen Stellen die Entdeckungen der Alten nachholt, so zeigt er dabei doch nicht die gehörige Kritik und Unparteilichkeit, und legt ihnen, nach Dutens, (*Origine des découvertes attribuées aux modernes*, Sec. ed., 1776, Vol. I, II, 8.) bei weitem mehr bei, als mit historischer Wahrscheinlichkeit bestehen kann. Sonst enthält es lehrreicher Kürze, und mit mühsamen Fleiße gesammelt, aber freilich in alphabetischer Ordnung,

*) *Abrogé chronologique pour servir à l'histoire de physique*, à Strashourg. T. I, 1786; II, 1787; III, 1788; IV, 1789. 8.

Die Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen, der Lehrmeinungen und der Werkzeuge, das *physikalische Wörterbuch* des Herrn Joh. Sam. Traugott Gehler. *)

Zu jenen Hülfsmitteln zur Geschichte der Naturwissenschaft rechne ich: I. *Schriftsteller der Geschichte der Philosophie überhaupt*, und namentlich: Otto Heurnius, Gerh. Joh. Vossius, Joh. Jonsius, Joh. Franc. Buddeus, Joh. Gottl. Heineccius, Jac. Brucker, Pet. Bayle, Th. Stanley, Joh. Christoph Goguet, Deslandes, Ant. Friedr. Büfching, Adelung, Meiners, Dietr. Tiedemann, Joh. Aug. Eberhard, d'Argens, welche die Geschichte der Naturkenntniß, wenigstens einiger Zweige derselben, mehr oder weniger umständlich berührt haben. Wenn auch gleich die Geschichte der gesammten Physik noch nicht vollständig bearbeitet worden ist, so ist doch ein einzelner Theil von einigen Männern mit ungemeinem Fleiße, mit Scharfsinn, Beurtheilung und Sachkenntniß abgefaßt, und

*) Da fast alle Litterärnotizen so allgemein bekannte Werke, wie dieses, betreffen, so habe ich die Büchertitel weggelassen, die wohl in die Geschichte selbst, nicht aber für dieses Bruchstück paßten. d. H.

kann eine reichhaltige Quelle für den Verfasser der Geschichte der gesammten Naturwissenschaft abgeben. Ich rechne also insbesondere zu seinen Hilfsmitteln: II. *Geschichte der Mathematik*, und zwar a. der gesammten, die von Gerh. Joh. Vossius, Joh. Blancani, Montucla und Heilbronner bearbeitet worden ist: b. *besonderer Theile* derselben: α . die *Geschichte der Mechanik* fehlt uns noch, es finden sich aber Nachrichten von einzelnen mechanischen Erfindungen und Lehrsätzen in Kästners, Karstens und Anderer mathematischen Lehrbüchern; β . die *Geschichte der Optik* hat Jos. Priestley ausführlich geliefert, und der deutsche Uebersetzer hat sie ansehnlich ergänzt und berichtigt; γ . die *Geschichte der Astronomie* ist von mehreren Gelehrten bearbeitet worden, wie Joh. Dominicus Cassini, Joh. Fr. Weidler und Bailly; und ihre Arbeiten geben keinen geringen Beitrag zur Geschichte der Physik selbst. Diese erhält noch eine reichhaltige Quelle III. an der *Geschichte der Chemie*, welche von mehreren Männern, mehr oder minder ausführlich, obgleich nicht immer ohne gewisse Lieblingsvorurtheile und mit der nöthigen Kritik, abgefaßt worden ist. Dahin gehören: Olaus Borrichius, Herm. Conring, Herm. Boerhave, du

Fresnoy, Macquer, Torb. Bergmann,
Joh. Christ. Wiegleb. IV. Besonders ge-
hört hierher die Geschichte *specieller Theile*
der Physik, wie der *Electricität*, die von Jos.
Priestley sehr vollständig ausgeführt worden
ist; der *Luftarten*, welche Lavoisier und
Weigel; ferner *einzelner Werkzeuge*, wie z. B.
des Barometers und Thermometers, welche de
Luc gesammelt hat; und endlich anderer einzel-
ner *mechanischer* und *chemischer Erfindungen*, wo-
zu Herr Joh. Beckmann schätzbare Beiträge
geliefert hat.

Die Anzeige der *litterarischen Arbeiten* der Män-
ner, welche die Naturwissenschaft bearbeiteten,
ist zur vollständign Geschichte der letztern
nothwendig. Als Hülfsmittel dazu dienen: V. die
Bibliographien und *Litterärsgeschichten*; so wohl
1. *die allgemeinern*, eines Pet. Lambecius,
Dan. Geo. Morhoff, Joh. Alb. Fabri-
cius, M. H. Gundling, C. A. Heumann
und Burkh. Gotth. Struve, als 2. *die der*
Naturwissenschaft insbesondere. Zur Litterärge-
schichte a. *der gesammten Naturwissenschaft* haben
Beiträge geliefert: Jul. Bernh. von Rohr,
Hermann Boerhave nebst Albr. von Hal-
ler, von Münchhausen, Joh. Chr. Pol-
lyc. Erxleben, nebst G. C. Lichtenberg

und Geo. Rud. Böhmer: *h. von Astronomie*
Theilen der Literatur der Naturwissenschaft, *h. von*
h. von dem mathematischen Theile, geben der Pro-
fess. Herr von Wolf, und besonders Herr Schö-
nfeld; und *h. von dem chemischen*, Herr Christ.
Ehrenfried Weigel sehr reichhaltige Quel-
len ab.

• Eine vorzügliche Hülfsource zur Geschichte
der Physik sind endlich die *ältern Schriftsteller*,
welche uns in ihren Werken Data und Bruch-
stücke gegeben haben, die als Fingerzeige zur Ge-
schichte naturwissenschaftlicher Kenntnisse und
der Meinungen der ältern Zeiten dienen können.
Ich rechne hierher die Werke des Plato, Ari-
stoteles, T. Lucretius Carus, Plinius
des Aeltern, Diogenes Laërtius, Diode-
rus Siculus, Herodotus, Clemens von
Alexandrien, Plutarchus, Stobäus, Stra-
bo, Lucian von Samosata, Sextus Empe-
ricus, Ammianus Marcellinus, Ma-
crobius, Suidas, Eunapius, und andere
alte Philosophen, Dichter und Redner.

• Endlich werden die Verfasser der Staaten-
und Weltgeschichte und der Geschichte einzelner
Nationen, welche den Zustand der wissenschaft-
lichen Cultur in den verschiedenen Zeitaltern mit
zum Augenmerke gehabt haben, dem Verfasser

in Geschichte der Physik einige Vorarbeiten liefern können.

Dass bei allen diesen Hülfsmitteln sorgfältige Auswahl, Vergleichung und Kritik nöthig sey, braucht wohl nicht erinnert zu werden. *)

ERSTER ZEITRAUM.

*Von der Pflanzung der Nationen bis auf
Aristoteles,*

*(oder bis ins fünfte Jahrhundert vor
der christlichen Zeitrechnung.)*

§. 1.

Auch bei dem geringsten Nachdenken über die Natur und den Gang des menschlichen Geistes wird man nicht lange zweifelhaft bleiben, dass das, was wir *Wissenschaft* nennen, nicht die Sache des Zufalls, sondern der Zeit und der fortgesetzten Beobachtung war, und dass das vereinigte Bemühen sehr vieler Menschen und einer langen Reihe von Jahrhunderten nöthig war, die

*) Bis hierher ging das Mundirte. Das Folgende fand sich nur in der Handschrift des Verfassers, und wäre vielleicht von ihm noch weiter abgeglättet worden, ehe er es selbst dem Drucke übergeben hätte. Wir erlauben uns darin keine Aenderung, und geben es, wie wir es vorfinden.

Menge von Thatsachen, deren Verkettung die Wissenschaft bildete, zu entdecken. Die Fortschritte, welche der menschliche Geist machte, sind regelmäßig und stufenweise, etwa von den einfachern zu den verwickeltern Begriffen. Die Natur, welche uns umgiebt, ist in ihren Produkten und in ihren Phänomenen unermesslich. Vom ersten Gebrauche unsrer Sinne an, werden diese davon gerührt; der stete Eindruck den sie auf uns machen, gewöhnt uns daran. Kein Wunder, daß diese Phänomene der Aufmerksamkeit von Millionen Menschen entgehen, und daß der Geist der Forschung ihrer Ursachen Jahrhunderte hindurch unentwickelt blieb, bis daß das Bedürfnis den Menschen dazu nöthigte. Um ferner bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Natur und ihrer Erscheinungen etwas zusammenhängendes Ganzes zu ihrer Uebersicht und Verknüpfung oder zu ihrer *wissenschaftlichen* Kenntniß zu haben, muß man die Natur theilen, ihre Phänomene von einander absondern, unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachten und sie in Klassen bringen. So entspringen dann verschiedene Wissenschaften der allgemeinen Physik. Der Mensch mußte also erst Methoden machen, um den weitem Inbegriff des Universi, der sich nicht in seinem Ganzen fassen läßt, in seinen

Thellen zu betrachten. Wenn aber nun auch Phänomene zu gewissen Gattungen gebracht worden sind, und dadurch ihre Uebersicht erleichtert worden ist; so fehlt doch noch viel zur Errichtung eines wissenschaftlichen Gebäudes. Die entdeckten Wahrheiten müssen nun erst geordnet und verkettet, und durch Analogie und Induction erst die *Naturgesetze* entwickelt werden: dann haben wir Elemente der verschiedenen Zweige der Physik.

Aber diese subjective Verknüpfung der Wahrheiten und Thatfachen in unsern Elementen der verschiedenen Zweige der Naturlehre, zeigt keinesweges die Ordnung ihrer Entdeckung an. Die Natur enthüllt sich nicht mit der Folge unserer Betrachtung darüber; wir gehen in unserm Systeme von dem Einfachern zu dem Verwickeltem über: die Wirkungen der Natur aber sind stets complicirt.

§. 2.

Der menschliche Geist mußte also, um eine *Wissenschaft der Natur* zu gründen, nicht allein erst aufmerksam auf die Erscheinungen der Natur gemacht werden, und also erst die Thatfachen entdecken, welche die Grundlage der Wissenschaften machen, sondern auch die Beobachtungen oft wiederholen, und unter atgeänderten

Umständen diese unter einander verglichen, aber die *Gesetze*, nach welchen die Phänomene geschehen, entwickeln und erforschen konnte. Allein diese Entdeckung von Thatfachen ist einzig und allein das Werk der Sinne, und der lebhafteste und durchdringendste Verstand ist ohne diese Erfahrungen durch die Sinne, ohne alles Vermögen zur Erforschung der Eigenschaften der Dinge in der Welt. Erwägen wir aber nun, daß die beständige Gewohnheit die Menschen gegen die gewöhnlichen Naturphänomene gleichgültig macht, und daß die Neigung zur Ruhe und zur Bequemlichkeit, welche der Mensch hat, die Anstrengung, welche die Aufmerksamkeit auf die Natur und ihren Gang erfordert, nicht ohne besondere Veranlassung aufkommen läßt; und daß ungewöhnliche Erscheinungen, die den Geist aus seinem Schlummer erwecken und zur Untersuchung anspornen könnten, selten oder schnell vorübergehend sind, und auch oft nur durch Zufall bekannt werden, überhaupt auch nur isolirt sind: so wird man sich leicht überzeugen, daß Menschen, ehe sie in gesellschaftliche Verbindungen traten und sich zu Staaten verknüpften, bei den wenigen Bedürfnissen, die sie brauchten, und die sie bald befriedigten, eben so wenig Veranlassung zur Aufmerksamkeit auf die vor ihnen

ungebreitete Natur, und zur Entdeckung ihrer
 Geleerze heben konnte, als es noch jetzt die Be-
 wohner und die Stände der Eingebornen von
 Ländern haben, welche ohne Kultur und Civilisi-
 rung sind. Nur das Bedürfnis allein ist es, was
 die Menschen mit Gewalt zu Entdeckungen von
 Thatsachen und zur Bekanntschaft mit den Eigen-
 schaften und Verhältnissen der Körper anstrengt.
 Ohne die schmerzhaften oder angenehmen Ein-
 drücke, welche die uns umgebenden Körper auf
 uns machen, würden wir noch mit den allerge-
 meinsten Eigenschaften derselben unbekannt seyn.
 Der Zufall machte anfänglich einige dieser Eigen-
 schaften bekannt, und die Liebe zum Wohlbe-
 finden, aus der eine Art von Trieb entsteht, der
 unendlich scharfsichtiger als die Natur selbst ist,
 lehrte ihren Nutzen kennen.

Die ersten Menschen wurden also dadurch,
 weil sie *Bedürfnisse* hatten, die ersten Künstler.
 So lange aber diese Bedürfnisse geringe waren,
 und ihre Befriedigung leicht erhalten werden
 konnte, war auch die Veranlassung zur Aufmerk-
 samkeit auf die Natur und zur Entdeckung von
 Thatsachen beschränkt. So lange die Menschen
 in dem ersten Zustande der gesellschaftlichen Ver-
 bindungen, bei einer nomadischen Lebensart, au-
 sser Hunger und Durst und Blöße keine andern

Bedürfnisse kannten, brauchten sie auch ihren Geist zu keinen andern Thatfachen anzustrengen, als die zur Befriedigung dieser Bedürfnisse hinreichten. Sie begriffen durch einen natürlichen Trieb die Grundsätze der einfachen Künste, die sie zur Gewinnung ihrer Bedürfnisse ausübten, und brachten die Dinge wieder hervor, so wie sie ihrer bedurften, ohne einmahl Veranlassung zu ihrer Vervollkommnung zu haben, die ebenfalls nur aus vermehrtem Bedürfnisse entspringen kann. So wie bei den nomadischen Völkerschaften, die jetzt da sind, der Zustand der Künste und Wissenschaften ist, so war er auch gewiss in den ersten Zeitaltern der Welt bei allen Völkern von ähnlicher Lebensart. Der Unterschied des Klima kann zwar bei den verschiedenen Völkerstämmen verschiedene Bedürfnisse, und daher Entdeckung verschiedener Thatfachen veranlassen; allein so lange keine Mittheilung dieser Kenntnisse unter den verschiedenen Horden Statt findet, wird dadurch die Summe der Entdeckungen bei einzelnen Stämmen nicht vermehrt; und so mußte es auch ehemahls seyn, ehe die Nationen, bei denen jetzt Künste blühen, deren Erwerbsfleiß erweckt ist, deren Industrie ihre Geisteskraft und ihren Scharfsinn rege gemacht hat, zu einem festen und beschränkten Wohnsitze kamen.

Man wird ohne mein Erinnern leicht einsehen, ~~es~~ es lächerlich ist, in diesen frühesten Zeital-
~~ern~~ der verschiedenen Nationen, Spuren physi-
~~kalischer~~ Wissenschaften suchen, oder aus den fa-
~~belhaften~~ Ueberlieferungen, die ersten Keime wif-
~~senchaftlicher~~ und zusammenhängender Kenntniß
~~zu entwickeln zu wollen.~~ Alle Schriftsteller der Ge-
~~schichte~~ der Wissenschaften, sagt Macquer, die
~~ihre~~ Untersuchung bis zu dem ersten Weltalter
~~verbreiten,~~ haben sich in der Nacht dieser längst
~~verflossenen~~ Jahrhunderte verirrt.

§. 3.

Ich würde eher eine Geschichte der Mensch-
heit, als eine Geschichte der Naturlehre schrei-
ben müssen, wenn ich die möglichen Fortschrit-
te des menschlichen Geistes in der Entdeckung
von Thatfachen, wozu ihn sein dringendes Be-
dürfniß nach und nach aufforderte, und die Kei-
me der Kultur, die er begründete, in den man-
nigfaltigen möglichen Lagen, worin Klima und
Lokalumstände, nach der Analogie mit den Völ-
kerstämmen, die jetzt noch auf der untersten
Stufe der Kultur stehen, aufsuchen wollte. — Es
war wohl natürlich, daß die Bedürfnisse zunah-
men, wenn ein Hirtenvolk sich auf den Ackerbau
beschränkte, und einen festen Wohnsitz nahm;

und daß dadurch auch seine Kenntnisse von Naturkräften vermehrt wurden. Allein der wahre Wachsthum menschlicher Kunst, und mit ihm die Thatfachen, welche die Grundlage physikalischer Kenntnisse ausmachen, sind wohl hauptsächlich da zu suchen, als die Bevölkerung in einem eingeschränkten Raume einen bestimmten Grad erreichte, die Menschen näher zusammenrückten, ihre Verhältnisse enger und zugleich vielfacher wurden. Dadurch wurden die Bedürfnisse gehäuft und die gewöhnlichen Erwerbsmittel erschwert; die Kräfte des Verstandes mußten, eben wegen des mächtigen Triebes der Selbsterhaltung, angestrengt werden; und es konnte nicht fehlen, daß der thätig gemachte Forschungsgeist eine Menge ihm unbekannter Erfahrungen machte, und daß die Summe allgemeiner Begriffe zunahm.

Die Zeit der Gründung der Nationen des Alterthums auf einem festen Wohnsitze reicht aber weit über unsre historischen Denkmähler hinaus, und es fehlt uns also ganz an Datis, um den Ursprung und den Fortgang mehrerer Künste, die Bekanntschaft mit den Naturkräften und den Verhältnissen der Körper und ihrer Eigenschaften voraussetzen, und die durch angestellte Beobachtung der Natur erfunden worden sind, ange-

zu können. Wir müssen uns hier bloß mit dem allgemeinen Resultate begnügen, daß ohne Zweifel die Erfindung verschiedener Künste, die als die Keime physikalischer Kenntnisse angesehen werden können, in dem entferntesten Alterthume der Welt schon zu suchen, und so alt ist, als die Pflanzung der Nationen. Nach den verschiedenen, mehr oder weniger eingeschränkten Wohnsitzen, und ihrer mannigfaltigen physikalischen Beschaffenheit, waren die Künste mehr oder minder zahlreich und vollkommen.

§. 4.

In den frühesten Zeiten, als Ackerbau getrieben wurde, mußte man wohl bald, durch dringende Erfahrung geleitet, einsehen, daß die Feldarbeiten gewisse Jahreszeiten erfordern und von der Bewegung der Sonne abhängig sind. Man mußte in den verschiedenen Klimaten nothwendige Intervalle unter den verschiedenen Operationen des Feldbaues anerkennen, welche diese Jahreszeiten selbst anzeigten. Es war natürlicher Weise nöthig, voraus zu wissen, wenn ihre gewissen Jahreszeiten, die zu dieser oder jener Feldarbeit nöthig waren, wiederkommen würden; und so mußte das Bedürfnis die Menschen wohl lehren, am Himmel die Zeichen aufzusuchen, die

mit dem bevorstehenden Eintritte dieser und jener *Jahreszeit* verknüpft waren und ihn ankündigten. So war der *Ortus beliacus* des *Sirius*, oder die Zeit, da der Hundstern, der bisher nahe bey der Sonne gestanden hatte, und durch ihren Glanz den Augen bisher unsichtbar gewesen war, sich zum ersten Mahle wieder zeigte, und in der Morgendämmerung auf eine kurze Zeit wieder sichtbar wurde, schon in den ältesten Zeiten ein Gegenstand der Aufmerksamkeit der *Aegyptier*, indem die Ueberschwemmung ihres Landes durch den Nil jährlich zu eben der Zeit erfolgte. So wurde also auch astronomische Beobachtung zum Ackerbaue nothwendig, und natürlich mußten mehrere ähnliche Betrachtungen der *Kalender* seyn, nach welchem ackerbauende Völker ihre Hantierung einrichteten. Eben so erfordert auch die gesellschaftliche Verbindung der Menschen in Staaten und die Einrichtung des bürgerlichen Lebens ein *Maass der Zeit*. Dies gewährte nur die Dauer gleichförmiger Bewegungen. Auf der Erde giebt es dergleichen nicht; man fand sie bald bey der Beobachtung himmlischer Körper, und man wurde zu denselben durch das Bedürfniß des Zeitmaasses früh veranlaßt. Die Dauer von einem Aufgange der Sonne zum andern, oder das Zeitmaass, welches wir *Tag* nennen,

und welches sich so auffallend selbst anzeigt, war das Bedürfniß eines gesellschaftlichen Lebens nicht mehr hinreichend; man mußte auch längere Zeiträume messen können. Man fand diese in den Veränderungen und den Bewegungen des Mondes, und in dem Aufgange der Sonne an gewissen Stellen des Himmels, welche man durch die Stellung gewisser Sterne, (z. B. der Bilder des Tierkreises,) wiedererkannte.

§. 5.

Eben so mußte frühzeitig die *Bearbeitung der Metalle* getrieben werden, so bald man durch sie den Werth der Dinge des Lebens zu bezeichnen anfing, und noch mehr, da man die Unentbehrlichkeit derselben zur Ausführung gewisser Arbeiten bemerkte. Seitdem man den unschätzbaren Werth des Eisens kennen lernte, den alle Nationen, welche zuerst dieses Metall von Fremden erhielten, einstimmig anerkennen, und Geräthschaften davon zu machen verstand, welche die Ausübung der zum Erwerbe der Bedürfnisse nöthigen Handierungen so sehr erleichterten, lehrte die Nothwendigkeit die Menschen wohl selbst, dieses Metall aufzufuchen, zu scheiden, und zu bearbeiten; und mit dieser Kunst kam eine unzählige Anzahl anderer.

Die Keime zweier Hauptzweige naturwissenschaftlicher Kenntnisse, der *Astronomie* und *Chemie*, sind also ohne Zweifel so alt als die Pflanzung der Nationen selbst.

§. 6.

Die Vermehrung der Volksmenge in einem beschränkten Wohnplatze konnte indessen allein nicht hinreichend seyn, die Aufmerksamkeit der Menschen auf die Natur mehr anzustrengen, und den Grund zur Erfindung von mehreren Künsten zu legen, die mit der Naturwissenschaft in Verbindung stehen, so bald dadurch nicht die Befriedigung der Bedürfnisse schwerer wurde, oder die Zahl der letztern selbst zunahm. Die Beschränktheit der Natur in der Hervorbringung gewisser Produkte, z. B. des Eisens, konnte allerdings Menschen in gewissen Wohnsitzen hindern, und wird sie stets hindern, ähnliche Schritte zur Vervollkommnung ihrer Künste zu machen. So muß der Neukaledonier Jahre lang seinen Nephritstein schleifen, um ihn zu einer Axt zuzurichten, und so einen großen Theil seiner Lebenszeit nur auf die Zurichtung bloß einiger wenigen Werkzeuge verwenden, die ihm Bedürfnis sind.

Die Stärke und Erweiterung des menschlichen Verstandes sind also noch weit weniger das Werk der Natur, als sie das Werk der Zeit und des

landes find, in welche sie das Ohngefähr versetzt. So würde Newton, der das Weltall zu messen und das Unendliche zu berechnen wußte, vielleicht alle seine Geisteskraft erschöpft haben, um bis auf zehn zu zählen, wenn er unter den Yamaer geboren worden wäre.

§. 7.

Es ist also wohl gewiß, daß das Bedürfnis des Menschen den Ursprung der Künste und Wissenschaften begründete, und daß sie nothgedrungen auf die Erscheinungen der Körperwelt und die Eigenschaften der Körper Acht geben mußten. So mußten der Ackerbau und das Zeitmaas der Astronomie, die Nothwendigkeit des Eisens der Metallurgie, die Theilung der Ländereyen der Geometrie, der Handel der Arithmetik, der Waaren-Transport und die Gebäude der Mechanik, die Verwundungen und Krankheiten der Botanik, Anatomie und Medicin den ersten Ursprung geben. Aber nur Zeit und Lokalumstände und Vermehrung dieser Bedürfnisse in gesellschaftlichen Staaten waren es, welche diese Künste, die mit der Physik in Beziehung sind, vervollkommneten. Der erste wesentliche Schritt dazu war, wie Robertson bemerkt, die Absonderung der Handierungen. In den frühern Zeiten des geselligen Lebens sind der Künste so wenig, sind sie so ein-

fact, daß jedermann sie hinlänglich in seiner
 Macht hat, um allen Forderungen seiner einge-
 schränkten Wünsche ein Genüge zu thun. Der
 Wilde verfertigt seinen Bogen selbst, spitzt seine
 Pfeile, errichtet seine Hütte, höhlt sein Canot
 aus, ohne der Hülfe einer künstlichen Hand, als
 der seinigen zu bedürfen. Wenn aber die Zeit
 die Bedürfnisse der Menschen vermehrt hat, so
 werden die Produkte der Kunst in ihrem Besitze
 zusammengesetzt, und in der Ausarbeitung so
 ausgefeicht, daß eine besondere Art der Erzie-
 hung erfordert wird, einen Künstler zu bilden,
 der sinnreich im Erfinden und erfahren in der
 Ausführung sey. Nach dem Maasse, wie die
 Kultur sich weiter verbreitet, nimmt auch die
 Verschiedenheit der Hantierungen zu, und sie
 vertheilen sich in zahlreichere und kleinere Un-
 terabtheilungen. Von diesem Zeitpunkte der Ab-
 sonderungen der Hantierungen unter bekannten
 Völkern kann man wahrscheinlich den Wachs-
 thum der menschlichen Kenntnisse und die me-
 chanischen und chemischen Künste herrechnen.

§. 8.

Allein nichts desto weniger kann man aus der
 Vervollkommnung der Kunststücke und der Ope-
 rationen, die eine Bekanntschaft mit den Eigen-

schaften und Verhältnissen der Körper voraussetzen, nicht auf *wissenschaftliche Kenntnisse* in diesen frühern Zeiten schliessen. Es waren einzelne Kenntnisse, deren Verbindungen man nicht kannte, und die eben so wenig den Namen einer Wissenschaft verdienen, als die Ausübung dieser oder jener Handierung, oder die Hervorbringung dieses oder jenes einzelnen Kunststücks ihn verdient. Vor der Erfindung des Schreibens that der Lehrling nichts, als was er von seinem Meister durch einen mündlich fortgepflanzten Unterricht lernte, und auf eben die Art übermachte er seine Kenntnisse demjenigen, welcher ihm folgte; wie noch unsere Handwerker thun, welche nichts schreiben, ungeachtet sie so viele Jahrhunderte nach Erfindung der Schreibekunst leben.

So frühzeitig also auch die Künste und Kunststücke ausgeübt werden mußten, die mit der Naturwissenschaft in Verbindung stehen, so konnte sie vor *Erfindung der Schreibekunst* doch noch keine Wissenschaft machen, und konnte es auch lange hernach noch nicht. Man wird hierüber nicht erstaunen, wenn man erwägt, daß die wichtigsten Gesetze der Natur, deren Kenntniß die Wissenschaft begründet, oft zugleich diejenigen sind, welche am wenigsten in die Sinne fallen. Von der Natur unter einer Art von Decke verborgen, zeigen

sie sich, wie die Triebfedern einer kostbaren Maschine; nur denen, welche sie zu entdecken wissen, und können nur von solchen Augen wahrgenommen werden, welche sie zu beobachten geübt sind. Wenn der ungefähre Zufall einige derselben dargeboten hat, die so sonderbar oder auffallend waren, daß sie nothwendig die Aufmerksamkeit der ersten Beobachter auf sich ziehen mußten, so konnten ihnen die Erscheinungen nur als abgerissene Bruchstücke vorkommen, deren Anwendung und Nuzung sie aus Mangel der Kenntniß einer unendlichen Anzahl anderer, mit denen sie einen wesentlichen Zusammenhang hatten, unmöglich einsehen konnten. Die ersten Naturforscher, wenn wir sie so nennen können, hatten also keine andern Quellen, als die Sammlungen von Erscheinungen, die zu ihrer Kenntniß gelangten. Sie brachten sie wiederum hervor, so wie sie ihrer bedurften, um sie entweder zum gemeinen Gebrauche anzuwenden, oder um Wirkungen hervorzubringen, die in den Augen derer, welche nicht so gelehrt waren, Wunderwerke zu seyn schienen.

§. 9.

Wenn wir das unermessliche Feld der Phänomene und Versuche; die geringe Zahl derer, die

drauf Sorgfalt zu verwenden Lust haben; den notwendigen Vorrath von Werkzeugen; den Scharfsinn zu Beobachtung und zu Ausfindigmachung bequemer Versuche; die Geduld, welche erfordert wird, sie anzustellen, zu wiederholen und abzuändern; und die dazu nöthige Fertigkeit erwägen: so werden wir uns nicht über die langsamen Fortschritte der Naturwissenschaft, den uns die Folge der Betrachtungen lehren wird, wundern dürfen.

Dessen ungeachtet hätte doch die Summe der Erfahrungen, welche die im gesellschaftlichen State zusammenlebenden Menschen machten, zumal nach Absonderung der Gewerbe und Künste von einander, und nach Erfindung des Schreibens, viel frühzeitiger den Grund zur Wissenschaft der Natur legen können, und würde ihn gelegt haben, wenn nicht auch zugleich in der physischen und intellektuellen Natur des Menschen eben so gut die Quelle zu den Hindernissen als zu den Fortschritten der Naturwissenschaft läge. Die bekannte Geschichte aller Jahrhunderte lehrt, daß die Aferphilosophie immer älter war, als die wahre, die nicht eher entstehen kann, als bis der Mensch durch alle Wirbel von Irrthümern aller Art durchgezogen ist, und sie erst durch eine lange Reihe trauriger Erfahrungen als

Irrthümer hat kennen lernen. Aus der Quelle, aus welcher die Wahrheit hervorging, gingen auch die Irrthümer hervor, die, trotz aller Beobachtungen und aller sinnlichen Wahrnehmungen, doch die Fortschritte der Naturkenntniß hinderten. Da, wo der Wirkungskreis unsrer Sinne aufhört, überlassen wir uns gar zu leicht dem Spiele unsrer Einbildungskraft; wir verlieren uns in Spitzfindigkeit, und wir verlassen die Körperwelt. Die entferntesten Monumente der Geschichte belehren uns so von dem Glauben an übernatürliche Kräfte, an den Einfluß böser und guter Geister, und ihre unmittelbaren Einwirkungen in Hervorbringung von Phänomenen, deren Zusammenhang mit andern man nicht kannte; ein Glaube, der schon früh Statt fand, mit welchem die Geschichte aller Völker anfängt, und der zu den wichtigsten Hindernissen gehört, welche die Naturwissenschaft fand.

Der Mensch fürchtet Gefahren, die er nicht kennt, Gefahren, gegen welche er seine Klugheit und seine Kräfte noch nicht gemessen hat. Ehe er bekannt wird mit den Kräften der Natur, fürchtete er sie; und jede ungewohnte Erscheinung macht ihn entsetzen. So wird z. B. der Mensch zwar früh an die unveränderliche Ordnung des Himmels gewöhnt, und an die beständige

Accession seiner Phänomene; und eben weil er
 man gewöhnt ist, denkt er sich nichts dabei;
 sobald aber seltene Phänomene am Himmel ihm
 aufstossen, so glaubt er eine Zerrüttung der na-
 türlichen Ordnung, und er geht, da er die Ur-
 sache nicht einfieht, zu dem Einflusse eines Wesens
 zurück, das außer dem Bezirke der Sinnenwelt
 liegt. So mußte die Verfinsterung der Sonne die
 Vorstellung von der Vernichtung des Universi
 beschreiben lassen, und die Kometen mußten Vor-
 zeichen trauriger Ereignisse für die Erdbewoh-
 ner seyn.

Schwärmerei und Aberglaube waren auf diese
 Art frühzeitig herrschend, und erhielten die Wis-
 senschaft der Natur lange Zeit hindurch in ihrer
 Kindheit, und hindern auch jetzt noch ihre Ver-
 breitung. Der Verfolg der Geschichte unsrer Wis-
 senschaft wird zugleich auch die Geschichte der
 Irrthümer und der Verirrungen des menschlichen
 Verstandes seyn.

§. 10.

Wenn wir den Monumenten der zuverlässigen
 Geschichte nachforschen, um die Fortschritte der
 Menschen in sittlicher und wissenschaftlicher Rück-
 sicht aufzufinden, so finden wir hier noch viel
 mehr Hindernisse als bei der Aufsuchung der politi-
 schen Veränderungen in den entferntesten Zeiten.

Der Gang, welchen der menschliche Geist in der Vervollkommnung der intellectuellen Kräfte nimmt, ist nur langsam und stufenweise, und die vereinten Bemühungen mehrerer Jahrhunderte sind oft nöthig gewesen, um zu einer wichtigen Entdeckung beizutragen. Kein Wunder also, daß der langsame, oft stillstehende, und Jahrhunderte lang schlummernde Gang der Wissenschaft un bemerkt blieb, und daß es an Nachrichten über Entdeckungen mangelt, die anfangs klein und un beträchtlich schienen, und erst nach und nach den folgenden Jahrhunderten wichtig wurden, nachdem der erste Erfinder und die Zeit der Erfindung längst vergessen waren. Große politische Veränderungen und Abwechselungen der Staaten hingegen waren immer geräuschvoll, geschahen mehr theils plötzlich, und hinterließen oft bittere Denkmähler den Bewohnern des Landes. Solche Epochen machten daher auch stärkere Eindrücke, und gaben weit eher Veranlassung, um bemerkt und aufgezeichnet, oder durch Tradition erhalten zu werden. Aber auch schon selbst in der eigentlichen Geschichte der Staaten machen wir, wenn wir in die entfernten Zeiten zurückgehen wollen, die unangenehme Entdeckung, daß die Periode der zuverlässigen Geschichte sehr beschränkt sey; wie viel mehr muß es nicht die

Geschichtlicher Wissenschaften seyn! Es sind kaum
 über 3000 Jahre, als Moses seine Bücher
 schrieb, und Herodot, der älteste unter den
 griechischen Geschichtschreibern, die auf uns ge-
 kommen sind, schrieb etwa in der 87ten Olym-
 piade und um tausend Jahre später als Moses
 Jenseits dieser Periode, wo die geschriebene Ge-
 schichte anfängt, verlieren wir uns auf unserer
 Spur der Nachforschung in Dunkelheiten und in
 Fabeln. Es bleibt uns nichts als Muthmaßung
 übrig, und wir müssen uns mit bloßer Wahr-
 scheinlichkeit begnügen, bis die Auffindung
 mehrerer Documente dereinst Licht über Gegen-
 stände verbreitet, die jetzt mit einem undurch-
 dringlichen Schleier bedeckt sind.

ERSTER THEIL.

*Spuren physikalischer Kenntnisse bei
 den bekanntesten Völkern des höhern
 Alterthums.*

§. II.

Die sicherern Monumente der Geschichte füh-
 ren uns auf vier Völker des höhern Alterthums,
 die in der Geschichte der Wissenschaften, und
 insbesondere in der Naturlehre erwähnt zu werden
 verdienen, und bei denen uns nicht zweifelhafte

Data, Spuren ihrer Thätigkeit in Bearbeitung wenigstens einiger Zweige der physischen Kenntnisse geben. Diese Völker sind: 1. die *Hindus*; 2. die *Babylonier* oder *Chaldäer*; 3. die *Perfer*; und 4. die *Aegyptier*. Ich will mich bemühen, die zuverlässigern Data von den Spuren der physikalischen Kenntnisse bei diesen Völkern aufzustellen; und zuletzt noch einige andere, kleinere Völkerschaften, die in der Geschichte der Naturwissenschaft in Betrachtung kommen, zusammennehmen.*)

*) Nun sollte als erster Abschnitt die Geschichte dessen folgen, was die alten *Hindus* muthmaßlich von der Physik wußten. Allein hier bricht das Manuscript ab. Vielleicht daß der Verfasser erst recht Athem schöpfen wollte, um sich durch das Heer widersprechender Muthmassungen und abenteuerlicher Traditionen von der Sakontala an, bis zu Bailly's Geschichte der indischen Astronomie herab durchzuschlagen, und daß er darüber den Faden ganz fallen ließ. Wir hoffen in der Folge manchen interessanten Beitrag zur Geschichte der Physik in diesen Annalen liefern zu können, und werden für diesen Zweig der Wissenschaft mehr sorgen, als das in dem Journale der Physik geschehen ist.

d. H.

VI.

ERFAHRUNGEN UND BEMERKUNGEN

über

das Leuchten der fliegenden Johannis-
würmchen, (*Ampyris italica*),

von

D. JOACHIM CARRADORI

in Prato. *)

Das Leuchten der Johanniswürmchen hängt von keiner äußern Ursache, sondern ganz von der Willkühr dieses Insekts ab. Während sie frei umherfliegen, ist ihr Leuchten sehr gleichförmig, so bald sie aber eingefangen werden, leuchten sie sehr ungleichförmig, oft gar nicht. Aengstigt man sie, so verbreiten sie ein lebhaftes Licht, und dieses scheint ein Zeichen ihres Zorns zu seyn. Legt man sie auf den Rücken, so leuchten sie fast ununterbrochen, indem sie sich bemühen, sich umzudrehen. Bei Tage muß man sie quälen, ehe sie leuchten; und daraus scheint zu folgen, daß der Tag die Zeit ihrer Ruhe ist.

*) Aus den *Annali di Chimica etc. di Brugnatelli*. In Pavia 1797, T. XIII, vom Bürger van Mons in Brüssel ausgezogen.

Die Johanniswürmer leuchten nach Gefallen an jedem einzelnen Theile ihres Bauchs; ein Beweis, daß sie jeden einzelnen Theil dieses Eingeweides unabhängig von den übrigen bewegen können. Die Fähigkeit, zu leuchten, hört nicht durch Einschneiden oder Zerreißen des Bauches auf, denn Carradori trennte einen Theil desselben, der ganz erloschen schien, vom übrigen Körper, und sah ihn bald darauf während einiger Sekunden hell leuchten und dann allmählig verlöschen. Oft sah er solche abgeschnittene Stücke plötzlich funkeln und wieder verlöschen, und bald darauf von neuem leuchten. Er erklärt diese Erscheinung aus einem Ueberbleibsel von Irritabilität, oder aus einem Stimulus, welchen die Luft hervorbringt. Dies schien ihm um so wahrscheinlicher, da eine mechanische Erregung dieselbe Wirkung hatte.

Ein leichter Druck ist hinlänglich, ihnen das Vermögen, willkürlich im Leuchten aufzuhören, zu rauben. Carradori vermuthet daher, daß der Mechanismus, durch den sie das Aufhören des Leuchtens bewirken, auf einer eignen Membran beruhe, in welche sie die phosphorische Substanz zurückziehen können. Eine andere Vermuthung Carradori's ist, daß dieses Leuchten in Zitterungen oder Schwingungen der phosphori-

schen Masse bestehe, und daß gar kein Ausströmen derselben Statt finde, sondern daß Alles im Innern des leuchtenden Bauches vorgehe. Beim höchsten Grade des Leuchtens kann man ohne Schwierigkeit die kleinste Schrift lesen.

Der leuchtende Theil der Johanniskwürmer erstreckt sich aber nur über die letzten Ringe ihres Bauchs. Dort sind zwei Membranen, von denen die eine den obern, die andere den untern Theil des Bauches bildet, und die mit einander verbunden sind. In diesem Behältnisse befindet sich die leuchtende Masse, die einem Teige gleicht, einen Knoblauchgeruch, aber wenig Geschmack hat, und bei dem leichtesten Drucke aus dieser Art von Tasche herausgeht. So ausgedrückt verliert sie in wenig Stunden ihren Glanz und verwandelt sich in eine weiße trockene Masse. . . .

Taucht man ein Stück des Phosphorbauchs in Öhl, so leuchtet es nur schwach und erlischt bald. In Wasser leuchtet es dagegen mit gleicher Stärke wie in der Luft, und länger.

Carradori schließt aus diesem Leuchten im Oehle, worin sich kein Luftbläschen findet, so wie in dem luftleeren Raume des Barometers, daß das Leuchten der fliegenden Johanniskwürmer weder die Wirkung einer langsamen Verbrennung, noch, wie Götting meinte, die Fixi-

2. Warum bemerkte Spalanzani, als er jenes Holz in Glocken mit Lebensluft einschloß, keine Verminderung des Volums derselben, da er dieses doch bei den Phosphorsubstanzen der Johanniswürmer wahrnahm?

3. Es ist nicht gegründet, was mehrere Naturforscher behaupten: daß die Lucciolen und die Lucciole Einem Geschlechte zugerechnet werden müssen, nur die Gattungsunterschiede haben, und daß zwar jene die Weiber, diese die Männchen wären. Ich kann versichern, den Bauch der Lucciolen mit Eiern erfüllt gesehen zu haben, nur sind dann die leuchtenden Theile des Bauches sehr viel kleiner. Sie verstecken sich dann, aber man findet sie zuweilen in diesem Zustande auf Kräutern und Gesträuchen.

4. Auch die Lucciolen und Lucciolen leuchten im Oehle. Aus allem diesem scheint zu folgen, daß weder bei den Hölzern, noch bei den Johanniswürmchen eine langsame Verbrennung, wie Spalanzani meint, vorgehe. Ueberhaupt führen seine Erfahrungen auf Resultate, welche von den seinigen sehr verschieden sind. Vielleicht, daß die nicht-athembaren Gasarten auf diese phosphorischen Substanzen einen vorübergehenden Eindruck machen, welcher fähig ist, das Ausströmen ihres Lichts zu verhindern, so wie im Gegentheile

Das Sauerstoffgas, durch eine eigenthümliche Einwirkung, dieses Ausströmen vermehrt. Warum sollten nicht jene Gasarten einen Einfluß haben können, den wir noch nicht kennen? Sah doch die phosphorische Substanz, im Weineiste und Weinessig sogleich ihres Glanzes beraubt werden, aber im Oehle und Wasser und in Luft wieder aufleuchten.

5. Die Bemerkung, daß die phosphorische Substanz derselben das Volumen der Lebensluft vermindert, ist nicht entscheidend; wie viele Substanzen verändern diese nicht durch ihre Ausflüsse, und brennen doch nicht, und sind doch keine Phosphore!

6. Es ist ferner ein beträchtlicher Unterschied zwischen dem künstlichen und jenem natürlichen Phosphor: jener leuchtet nur bei einer bestimmten Temperatur; dieser bei jeder Temperatur, sobald sie nur nicht seine Substanz angreift. Dies beweiset wohl, wie ich glaube, hinlänglich, daß das Aufleuchten bei diesem nicht Wirkung einer Verrennung sey, da jede Verbrennung einer mehr oder weniger hohen Temperatur bedarf.

7. Was die Erklärungsart Spalanzani's über die Verwandlung des Holzes in Phosphore be-

tritt, indem er annimmt, daß der entzogene
(*mis à débourrer*) Wasserstoff und Kohlenstoff den
Sauerstoff anziehen; so muß ich sie nach andern
Beobachtungen als unwahrscheinlich verwerfen.
Vielmehr ist gewis, daß die Hölzer, so bald sie
zu leuchten anfangen, ihre harzigen Theile gänzlich
verloren haben, und daß sie daher fast
nichts mehr von jenem Grundstoffe, welcher Wasser-
stoff oder Kohlenstoff, der sie zum Verbrennen
geschickt machte, behalten; daß sie daher, wenn
man sie in die Flamme wirft, nur sehr schlecht
brennen. Ich bin dagegen ganz überzeugt, daß
sie sich um eben so viel dem Phosphoresciren nähern,
als sie brennbaren Stoff verlieren, und daß
davon die Fähigkeit, das Licht zu absorbiren und
zurückzuhalten, abhängt.

Diese Meinung könnte man ohne Zwang auch
auf die Fähigkeit verschiedener Thiere, zu leuchten,
ausdehnen. Denn da jene leuchtende Sub-
stanz derselben weder harziger noch öliget Na-
tur ist, so kann sie nicht viel, Köhlen- und
Wasserstoff enthalten; also auch nicht sehr ver-
brennlich seyn.

8. Wenn die Lucciolen wirklich nur darum
auch unter dem Wasser leuchteten, weil sie, (wie
Herr Spalanzani behauptet,) den Sauerstoff, wel-

~~daß das Wasser absorbiert hat, dazu verbrau-~~
 chen; so muß man natürlich fragen: warum der
 künstliche Phosphor nicht auch unter Wasser
 leuchte? Ferner mußte man diese Behauptung
 auch durch Erfahrungen unterstützen, z. B.: daß
 die phosphorische Substanz der Lucciole wirklich
 im Wasser enthaltenes Sauerstoffgas absorbiert,
 und daß er in dem Wasser, das kein Sauerstoffgas
 enthalte, auch nicht leuchten könne.

A.

VII.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

über

die Fortpflanzung der Wärme
in Flüssigkeiten

von

Herrn Grafen RUMFORD

in München.

(Fortsetzung.) *)

Zweites Kapitel.

1. Fernere Untersuchungen über die innern Bewegungen unter den Partikeln der liquiden Körper, die nothwendig Statt finden, wenn sie erwärmt oder abgekühlt werden. — 2. Beschreibung eines mechanischen Apparats, um diese Bewegun-

*) *Count Rumford's Experimental Essays, political economical, and philosophical. Essay VII. London 1797, 8. Von den drey Kapiteln dieses Essays ist das erste im Neuen Journal der Physik, B. IV, S. 418 übersetzt. Hier die Fortsetzung der lehrreichen noch unübersetzten Abhandlung, welche in der Lehre von der Wärme neue Ausichten, oder wenigstens ein Feld neuer Untersuchungen öffnet und die ich um so weniger zurückhalte, da jedes Kapitel ein für sich verständliches Ganzes ausmacht, und in so fern auch dem brauchbar ist, der den Anfang derselben im N. Journ. der Phys. nicht nachlesen kann.* d. H.

gehört Wasser sichtbar zu machen. — 3. Bericht
 von mancherley interessanten Versuchen, die mit
 diesem neu erfundenen Instrumente angestellt
 sind. — 4. Sie führen zu einer wichtigen Ent-
 deckung: *Wärme* kann sich in flüssigen Körpern,
 so lange diese durch Kälte verdichtet worden sind,
 nicht nach unten zu verbreiten. — 5. Ein Versuch
 zeigte, daß *Eis*, wenn kochendes *Wasser* auf seiner
 Oberfläche steht, mehr als achtzig Mal länger
 schmilzt, als wenn man es auf der Oberflä-
 che des heißen *Wassers* schwimmen läßt. —
 6. Das Schmelzen des *Eises*, auf dessen Oberflä-
 che *Wasser* steht, kann auch bei der Hypothese:
 daß *Wasser* ein vollkommener Nichtleiter der
 Wärme ist; erklärt werden. — 7. Dieser ange-
 nommenen Hypothese zu Folge, müßte *Wasser*
 bei acht Graden über dem Gefrierpunkte nach
 Fahrenheit's Scale, oder bei der Temperatur von
 40°, in irgend einer gegebenen Zeit, eben so viel
Eis, auf dessen Oberfläche es steht, schmelzen,
 als ein gleiches Volumen dieses Fluidi, bei je-
 der höhern Temperatur, sogar wenn es siedend
 heiß wäre. — 8. Diese merkwürdige Thatsache ist
 durch eine große Mannigfaltigkeit entscheidender Ver-
 suche bewiesen. — 9. Es wurde sogar gefunden,
 daß *Wasser* von der Temperatur von 41° mehr
Eis schmolzt, wenn es auf dessen Oberfläche steht,
 als siedend heißes *Wasser*. — 10. Die Resultate
 aller dieser Experimente beweisen, daß *Wasser*
 in der That ein vollkommener Nichtleiter der
 Wärme ist; oder daß die Wärme sich darin, nur
 zu Folge der Bewegungen, die sie unter den isolirten
 und einzelnen Partikeln dieses Fluidi verursacht,
 verbreitet, da diese Theilchen unter einander selbst
 bei dieser Operation gar keine Communication

oder Gemeinschaft haben. — Die Entdeckung dieser Thatfache öffnet unserm Blicke eine der größten und interessantesten Scenen in der Oekonomie der Natur.

I.

Da die kleinsten Partikeln des Wassers, so wie aller andern flüssigen Körper, viel zu klein sind, als daß das menschliche Auge sie wahrnehmen könnte, so sind auch die Bewegungen dieser Partikeln für uns unbemerktbar. Dagegen läßt sich oft mit der größten Gewisheit auf die Bewegung unsichtbarer flüssiger Körper durch die Bewegung sichtbarer Körper schließen, welche sie in sichtbaren Körpern verursachen. Luft ist ein unsichtbares Fluidum; doch erlangen wir sehr richtige Vorstellungen der Bewegungen in der Luft durch den Staub und andere leichte Körper, die durch die bewegte Luft mit fortbewegt werden. Wer je einen Wirbelwind über die Oberfläche eines gepflügten Ackers, bei trockenem Wetter, streichen sah, kann so z. B. nicht den geringsten Zweifel über die Art der Bewegung haben, in welche die Luft alsdann gesetzt wird, ob sie schon sehr verwickelt und nicht leicht zu beschreiben ist.

Die Bewegungen sehr feiner Staubtheilchen, die sich von ungefähr in dem Weingeiste meines

großen Thermometers befanden, und wenn die Sonne gerade darauf schien, sichtbar wurden, machten mich zuerst auf die innern Bewegungen in diesem Fluido, wenn es abgekühlt wird, aufmerksam, und diesen guten Wink benutzte ich, um die innern Bewegungen des Wassers auf dieselbe Art sichtbar zu machen. Dies, sah ich, würde keine Schwierigkeit haben, so bald ich nur einen Körper finden könnte, der gleiches specifisches Gewicht mit dem Wasser hat, und sich damit vermengen läßt, ohne aufgelöst, und in so kleine Partikeln zertheilt zu werden, daß er selbst unsichtbar wird. Allein einen solchen Stoff konnte ich nicht finden; und es ist in der That auch sehr gut, daß es dieser Substanzen nicht viele giebt, weil wir sonst sehr viel Mühe haben würden, uns reines Wasser zu verschaffen.

Da es mir nicht gelingen wollte, eine feste Substanz von dem specifischen Gewichte des Wassers aufzufinden, die zu meinem Zwecke taugte, so nahm ich zu folgender List meine Zuflucht. Ich überblickte die Tabellen der specifischen Schwere, und fand, daß das specifische Gewicht des durchsichtigen Bernsteins nur wenig größer als das specifische Gewicht des Wassers sey, nämlich 1,078. Dabei fiel mir ein, daß, wenn ich im Wasser Alkali so lange auflöste, bis

das specifische Gewicht der Solution dem des Bernsteins gleich würde, dadurch weder die Durchsichtigkeit des Fluidi verringert, noch dieses so verändert werde, daß dadurch die Art, die Wärme aufzunehmen, eine merkliche Veränderung litte.

2.

Dieser Gedanke wurde sogleich folgender Massen mit gutem Erfolge in Ausübung gebracht. Ich hatte mich mit einer Anzahl gläserner Kugeln verschiedener Art mit langen cylindrischen Halsen versehen. Von diesen wählte ich eine, die ungefähr zwei Zoll, und ihr cylindrischer zwölf Zoll langer Hals $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hatte, that etwa einen halben Theelöffel voll Bernsteinpulver hinein, (die Stückchen waren von irregulärer Gestalt, durchsichtig, und von der Gröfse der Senfkörner,) und schüttete darauf eine gewisse Quantität destillirtes Wasser, das die Temperatur der Stube hatte, (ungefähr 60° Fahrenh.) Wie ich erwartete, blieb der Bernstein auf dem Boden der Kugel liegen. Ich schüttete daher zu dem Wasser so viel von einer gesättigten Auflösung des reinen vegetabilischen Alkali, als nöthig war, um das specifische Gewicht des Wassers, (oder vielmehr der verdünnten Salzsolution,) so weit zu vergrößern, daß die Stückchen des Bern-

Bern-

Bernsteins zu schwimmen anfangen, und vollkommen ruhig in jeder Stelle des Fluidi, wo sie von ungefähr hinkamen, blieben.

Da die gläserne Kugel noch nicht so voll war, als ich wünschte, so fuhr ich fort, noch mehr von der Alkali-Solution zuzusetzen, bis die Kugel voll, und auch die cylindrische Röhre neun Zoll weit gefüllt war; und dann verstopfte ich sie mit einem reinen Korke. Darauf schüttelte ich die Mischung tüchtig durch einander, stellte dann die Glaskugel mit ihrer cylindrischen Röhre in eine vertikale Richtung, auf eine hölzerne Unterlage, und ließ sie in Ruhe stehen, um zu sehen, wie lange die soliden Partikelchen des Bernsteins, (die sehr gleichmäfsig in der ganzen Masse des Fluidi vertheilt zu seyn schienen,) sich in der Höhe erhalten würden.

Obgleich der grösste Theil dieser Partikeln zuerst keine Neigung zu haben schien, weder zu steigen, noch zu fallen, so bewegten sich doch bald einige langsam aufwärts, und andere eben so langsam hinunter. Da sich die Partikelchen überall im Fluido nach diesen Richtungen bewegten, ja, häufig zwei Partikelchen in demselben Theile nach beiden entgegengesetzten Richtungen, und dabei die hinauf- und hinabsteigenden oft so nahe an einander vorbei gingen, dafs sie sich zu be-

rühren schienen: so sah ich daraus, daß die Bewegungen unabhängig von irgend einer internen Bewegung des Fluidi waren, und nur von dem Unterschiede der specifischen Gewichte unter den verschiedenen kleinen Theilchen des Bernsteins und des Fluidi herrührten. Einige der Stückchen Bernstein, die offenbar schwerer als das Fluidum waren, bewegten sich hinunterwärts, indeß andere, die leichter waren, nach dessen Oberfläche stiegen.

Wegen des großen Unterschiedes unter den specifischen Gewichten der verschiedenen Stückchen Bernstein setzte ich noch mehr von diesem Stoffe zum Fluido hinzu, schüttelte nochmals Alles gut unter einander, ließ dann den Bernstein sich setzen, und schüttete sanft Alles, was auf die Oberfläche des Fluidi gestiegen war, ab, so daß ich nur das, was sich auf den Boden gesetzt hatte, behielt. Darauf vermehrte ich das specifische Gewicht des Fluidi, indem ich etwas wenig von der Alkali - Solution so lange hinzusetzte, bis die kleinen im Glase zurückgebliebenen Stückchen Bernstein sich nur eben hoben, und in den verschiedenen Theilen des Fluidi schweben blieben, wo sie nun ihre permanenten Plätze eingenommen zu haben schienen.

Jetzt hatte ich ein *Instrument*, das mir zu den sehr interessanten Versuchen, die ich ausgedacht hatte, recht dienlich zu seyn schien, und man wird mir leicht glauben, daß ich keine Zeit verlor, davon Gebrauch zu machen.

3.

Der *erste Versuch*, den ich mit diesem Instrumente machte, war, daß ich es in ein langes gläsernes Gefäß mit fast kochend heißem Wasser gefüllt, tauchte. Was ich erwartete, geschah. Es entstanden sogleich in der cylindrischen Röhre zwei Ströme, welche sich nach entgegengesetzter Richtung mit großer Schnelligkeit bewegten, und zwar nahm der aufsteigende Strom die Seiten, der hinuntersteigende die Achse der Röhre ein. So wie die salzige Flüssigkeit allmählig warm wurde, verminderte sich stufenweise die Geschwindigkeit der Ströme, und zuletzt, als die Flüssigkeit die Temperatur des sie umgebenden Wassers in dem Gefäße erreicht hatte, hörten diese Bewegungen gänzlich auf.

Als ich die gläserne Kugel aus dem heißen Wasser heraushob, begann die innere Bewegung der Flüssigkeit von neuem; aber die Ströme hatten ihre Richtung verändert, und der heraufsteigende Strom nahm jetzt die Achse der Röhre ein.

Wenn dabei die cylindrische Röhre, statt vertikal gehalten zu werden, etwas schräg gehalten wurde, so ging der aufsteigende Strom längs der obersten, und der herabsteigende mit gleicher Geschwindigkeit, längs der untersten Seitenlinie des Cylinders. Als endlich die Flüssigkeit in der gläsernen Kugel die Temperatur der Stubenluft erlangt hatte, so hörten diese Bewegungen auf, begannen aber im Augenblicke von neuem, wenn man das Instrument irgend einem Wechsel der Temperatur aussetzte.

In allen Fällen, wo das Instrument *Wärme erhielt*, bewegte sich der Strom, welcher bei vertikalem Stande die Achse, und bei einem schiefen Stande die *obere Seitenlinie* der cylindrischen Röhre einnahm, *nach unten zu*, (herabwärts.) Wenn dagegen das Instrument *Wärme ausströmte*, so bewegte sich dieser Strom nach der entgegengesetzten Richtung, nämlich *nach oben zu*, (heraufwärts.)

Ein Wechsel der Temperatur, der nur wenig Grade nach Fahrenheits Scale betrug, reichte hin, die Flüssigkeit des Instruments in Bewegung zu setzen, und die Bewegungen waren mehr oder weniger schnell, je nachdem es mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit Wärme aufnahm oder ausströmte, am schnellsten in den Theilen

des Instruments, wo keine geschwinde Mittheilung Statt fand, (*where the communication was not rapid.*)

Eine partielle Bewegung kann zu jeder Zeit in jedem Theile des Instruments hervorgebracht werden, wenn man an diesen Theil irgend einen Körper anhält, der entweder wärmer oder kälter als das Instrument ist. Ist der Körper wärmer als das Instrument, so bewegt sich die salzige Flüssigkeit in dem Theile, den der wärmere Körper berührt, *aufwärts*; ist er kälter, *hinunterwärts*. In beiden Fällen verursacht der hervorgebrachte Strom sogleich einen zweiten, in irgend einem andern Theile des Fluidi, welcher sich in entgegengesetzter Richtung als jener bewegt.

Als ich die cylindrische Röhre des Instruments unter einem Winkel von ungefähr 45° gegen den Horizont neigte, und dessen Mitte in einer Entfernung von drei oder vier Zoll über der Spitze der Flamme eines Lichts hielt; so wurde die Bewegung des Fluidi in dem obern Theile der Röhre außerordentlich schnell, indess die Flüssigkeit in dem untern Theile und in der damit verbundenen Kugel größtentheils in vollkommener Ruhe blieb. Auch konnte ich das Fluidum in dem obern Theile der Röhre, zum *wirklichen Kochen* bringen, ohne daß die Hand an dem un-

„des Fluidi selbst *hindurchgeführt* wird,“ die;
 „wenn die Wärme ihr specifisches Gewicht ver-
 „ändert, sich in Bewegung setzen, und dann die
 „Wärme von Stelle zu Stelle *mit fortführen*“ *)
 bei dieser meiner Hypothese leuchtet es nicht
 ein, wie Eis, wenn man es nicht auf dem Wasser
 schwimmen läßt, sondern an den Boden, oder
 sonst wo unter der Oberfläche des Wassers be-
 festigt, auf irgend eine Art die Temperatur des
 darüber liegenden Wassers afficiren, oder es hin-
 dern kann, von andern Körpern die Wärme auf-
 zunehmen.

Wäre Wasser ein Wärmeleiter, so würde es
 keinem Zweifel unterworfen seyn, daß das darin
 befindliche Eis Einfluß auf das Wasser nach al-
 len Richtungen hin, haben müsse.

Die Metalle sind alle Wärmeleiter, und Herr
 Professor Pictet fand durch einen trefflichen
 und entscheidenden Versuch, **) daß in einer
 Stange Kupfer, 33 Zoll lang und senkrecht ge-
 stellt, die Wärme sich eben so wohl nach unten

*) *That Heat cannot pass in, (sollte wohl heißen :
 through,) that Fluid, except when it is carried
 by its particles, which, being put in motion by the
 change it occasions in their specific gravity, trans-
 ports it from place to place.*

**) *Essays de Physique, tome 1, à Geneve 1790.*

als nach oben zu ausbreitete, und zwar fast mit gleicher Leichtigkeit. Kann daher gezeigt werden, daß *die Wärme im Wasser nicht hinabsteigt*, so wird schon dies allein, wie ich glaube, hinreichend seyn, um zu beweisen, *daß Wasser kein Wärmeleiter ist*.

Bei genauerm Nachdenken über die Natur des Fluidi, scheint es mir, als zeigten sich hier einige Gründe, zu vermuthen, daß die *Grundursache*, und ich möchte sagen, das *Wesen des Fluidi*, gerade auf dieser Eigenschaft beruhe, welche die Partikel der Körper, indem sie flüssig werden, erlangen, und wodurch allem Wechsel oder aller Communication der Wärme unter ihnen vorgebeugt wird. Aber wie dem auch seyn mag, immer giebt das Resultat folgender Versuche einen unwiderlegbaren Beweis für ein wichtiges Factum, in Absicht der Art, wie sich die Wärme im Wasser verbreitet.

*Versuch 15. *)*

Zu einem cylindrischen Glase, 4,7 Zoll im Durchmesser und 14 Zoll hoch, schnitt ich eine

*) Ich weiß nicht, ob diese Zahl sich auf die vorhergehenden Versuche in diesem, oder auf die eben so wenig numerirten Versuche des ersten Kapitels bezieht. d. H.

runde Scheibe Eis, welche beinahe so breit als der innere Theil des Glases, $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, und $10\frac{1}{8}$ Unze schwer war. Ich schüttete darauf in das Glas 6 Pfund $1\frac{1}{4}$ Unze Troy-Gew. an kochend heißem Wasser, legte die Eisscheibe sanft darauf, und fand, daß sie in 2 Minuten 58 Sekunden vollkommen zerschmolzen war. Und so fand ich durch diesen Versuch, wie viel Zeit das Eis brauchte, um auf der Oberfläche des heißen Wassers zu schmelzen.

Versuch 16.

Ich nahm eine Eisscheibe, der vorigen in allem gleich, und befestigte sie an den Boden desselben cylindrischen Glases durch ein Paar dünne elastische Stückchen Tannenhholz, $\frac{1}{8}$ Zoll dick und $\frac{3}{4}$ Zoll breit, die etwas wenigens länger als der innere Durchmesser des Glases waren, und, horizontal im Kreuze über der Eisplatte ins Gefäß eingespannt, diese hinderten, in die Höhe zu steigen, als ich das kochende Wasser in das Glas goß. Um während des Eingießens das Eis gegen die Wärme zu schützen, bedeckte ich es mit einem runden Stücke starken Schreibepapiers, das ich nachher so sanft als möglich durch einen an der Seite befestigten Faden hinwegzog; und um das Glas bei der plötzlichen Berührung mit kochend

heißem Wasser vor dem Springen zu bewahren, schüttete ich zuerst ein wenig kaltes Wasser hinein, welches den Zwischenraum zwischen dem Eise und dem Glase ausfüllte und das Eis $\frac{1}{4}$ Zoll hoch bedeckte. Darauf erst goß ich das heiße Wasser aus einem großen Theekessel, in welchem es gekocht war, nach der Mitte des runden Papiers, welches das Eis bedeckte. Das Glas wurde mit dem darin enthaltenen Eise und dem heißen Wasser, auf einen Tisch, nahe an das Fenster gesetzt, wo ich, so sanft als möglich, das Papier von der Oberfläche des Eises wegzog, und mich dann in den Stand setzte, das Resultat dieses interessanten Versuches zu beobachten.

Wenig Minuten reichten hin, mir zu zeigen, daß meine Erwartung in diesem Punkte nicht getäuscht werden würde. Beim vorigen Versuche war eine ähnliche Scheibe Eis in weniger als 3 Minuten gänzlich zerschmolzen; aber bei diesem war schon mehr als die doppelte Zeit verfloßen, und noch hatte das Eis keine sichtbaren Zeichen, an denen man den *Anfang des Schmelzens* hätte bemerken können. Die Oberfläche blieb glatt und glänzend, und das unmittelbar daran stoßende Wasser schien ganz in Ruhe zu seyn, obgleich die innern Bewegungen des heißen Wassers darüber, das feine Wärme den Seiten des Glases

und der Luft mittheilte, sehr heftig waren, wie ich ganz deutlich an einigen erdigen Partikeln oder andern Unreinigkeiten bemerkte, die von ungefähr im Wasser waren.

Ich beobachtete das Eis mit einer sehr guten Loupe, aber es dauerte lange, ehe ich einige Zeichen des Schmelzens bemerken konnte. Die Kanten der Scheibe blieben scharf, und die kleinen Partikelchen Staüb, die nach und nach von dem heißen Wasser, so wie es kälter ward, precipitirt wurden, blieben, sobald sie die Oberfläche des Eises berührten, ganz still darauf liegen.

Da das heiße Wasser aus der Küche gebracht wurde, so war es nicht vollkommen kochend, als ich es in das Glas goß. Nachdem es *eine Minute* im Glase gestanden hatte, tauchte ich ein Thermometer hinein und fand seine Temperatur 184° Fahrenh.

Nach Verlauf von 12 Minuten war die Temperatur einen Zoll unter der Oberfläche 170° ; bei der Tiefe von 7 Zoll, oder einen Zoll über der Oberfläche des Eises war sie $169\frac{1}{2}^{\circ}$; dagegen nur $\frac{3}{4}$ Zoll tiefer, oder $\frac{1}{4}$ Zoll über der Oberfläche des Eises, nur 40° .

Nach Verlauf von 20, von 35, von 60, von 75, von 90 und von 120 Minuten, von dem Augenblicke an gerechnet, als ich das kochende

Wasser in das Glas goß, wurde die Temperatur in den verschiedenen Tiefen, anfangs an der Seite, nachher in der Mitte des Glases, folgender Maßen befunden:

				An der Seitenwand des Glases gemessen				In der Achse des Glases gemessen	
				nach 20'	nach 35'	nach 60'	nach 75'	nach 90'	nach 120'
Unmittelbar an der Oberfläche des Eises				40°	40°	40°	40°	40°	40°
über dem Eise	$\frac{1}{2}$ Zoll	-	-	46°	76°	—	—	—	—
	1 Zoll	-	-	130°	110°	80°	82°	84°	76°
	2 Zoll	-	-	—	144°	118°	106°	115°	94°
	3 Zoll	-	-	159°	148°	128°	123°	116°	106°
	4 Zoll	-	-	—	—	130°	—	—	108°
	5 Zoll	-	-	—	148 $\frac{1}{2}$ °	—	—	—	—
	6 Zoll	-	-	—	—	—	—	—	108 $\frac{1}{4}$ °
	7 Zoll	-	-	160°	149°	131°	—	117°	108 $\frac{1}{2}$ °

Als ich den Versuch beendigte, schüttete ich das heiße Wasser vom Eise ab, wog das zurückgebliebene, und fand, daß 5 Unzen 6 Gran Troy-Gew., (= 2406 Gran,) Eis geschmolzen waren.

Nehme ich die mittlere Temperatur des Wassers am Ende des Versuchs zu 106° an, (welches offenbar noch etwas zu hoch ist,) so erhellt, daß die Masse des heißen Wassers, (die 73 $\frac{1}{4}$ Unze wog,) während des Versuchs wenigstens um 78 Grad abgekühlt worden war, nämlich von der Temperatur 184° zu der von 106°. Nun ist bekannt, daß eine Unze Eis beim Schmelzen so viel Wärme

verschlückt, als eine Unze Wasser während der Abkühlung von 140° verliert. Bei einer Unze Wasser, die um 78 Grade abgekühlt wird, strömt folglich so viel Wärme aus, als nöthig seyn würde, $\frac{78}{140}$ einer Unze Eis zu schmelzen. Daher gaben die $73\frac{1}{4}$ Unze Wasser, die während des Experiments um 78 Grade abgekühlt wurden, wenigstens so viel Wärme her, als nöthig gewesen wäre, $\frac{73\frac{1}{4} \times 78}{140} = 40\frac{3}{10}$ Unzen Eis zu schmelzen. — Da nun das wirklich geschmolzene Eis nur ungefähr 5 Unzen betrug, so sieht man, *dass weniger als der achte Theil von der Wärme, die das Wasser verlor, dem Eise mitgetheilt wurde.* Den Rest nahm die Luft mit fort.

Vergleicht man diesen Versuch mit dem vorhergehenden 15ten, in welchem dieselbe Menge kochenden Wassers gebraucht wurde, so erhellet, *dass Eis mehr als achtzig Mahl langsamer unter einer Masse kochend heißen Wassers schmilzt, als wenn man es auf der Oberfläche desselben schwimmen lässt.* Denn da in jenem Versuche $10\frac{1}{2}$ Unze Eis in 2 Minuten und 58 Sekunden zerschmolzen, so mußten 5 Unzen in höchstens 1 Minute 29 Sekunden zerschmolzen seyn, und bei diesem Versuche wurden 2 Stunden oder 120 Minuten gebraucht, um 5 Unzen zu schmelzen.

Indefs war das Eis *unter* dem heißen Wasser doch *geschmolzen*, wenn gleich sehr langsam; und dieser Umstand allein wäre schon hinreichend gewesen; meine Hypothese über die Fortpflanzung der Wärme in flüssigen Körpern umzuwerfen, hätte ich nicht Mittel gefunden, dieses Factum auf eine genuthuende Art zu erklären, ohne deshalb meine vorigen Meinungen aufzugeben. Ungefähr eine halbe Stunde, nachdem ich das warme Wasser bei dem letztern Versuche in das Glas gegossen hatte, untersuchte ich die Oberfläche des Eises, und nahm eine Erscheinung wahr, die meine ganze Aufmerksamkeit auf sich zog. Ich bemerkte nämlich: daß das Eis an der Oberfläche geschmolzen war, nur die Stellen ausgenommen, wo es bedeckt, oder durch die platirten Stäbchen Tannenholz, welche die Eisdisc auf dem Boden erhielten, gleichsam *besetzt* war.

Wäre das Eis *allein* von dem untersten der beiden Hölzer, das auf der Oberfläche des Eises unmittelbar auflag, beschützt, und am Schmelzen gehindert worden, so würde mich das nicht sehr gewundert haben. Da aber auch der Theil der Oberfläche beschützt war, der senkrecht unter dem andern Holze lag, welches im Kreuze über das untere gespannt war, und *das Eis*

nirgends als gerade nur an dessen Kante berührte; so reizte dieser Umstand meine Aufmerksamkeit. Fürs erste konnte ich keine andere Erklärung für diese Erscheinung finden, als daß ich annahm, das Eis werde durch *wärmende Strahlen*, die vom Wasser ausgehen, geschmolzen, und die Theile des Eises, welche durch die Stäbchen von Tannenholz *beschattet* waren, hätten keine Strahlen empfangen und deshalb nicht schmelzen können. Diese Erscheinung frappirte mich so, daß ich sogleich folgende Versuche anstellte, lediglich in der Absicht, diese Materie aufzuhellen.

Versuch 17.

In ein cylindrisches Glas, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und 8 Zoll hoch, brachte ich eine runde Scheibe Eis, die $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, und so breit war, daß sie nur eben in das Gefäß ging, und legte auf die ebene Oberfläche des Eises eine runde Zinnplatte, so dünn ich sie nur erhalten konnte, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, die gerade das Eis bedeckte. Diese zinnerne Platte war, um sie in ihrer Form und ganz eben zu erhalten, durch einen Draht, der rund um sie herum ging, gesteuert, hatte in der Mitte ein rundes Loch, 2 Zoll im Durchmesser, und wurde auf die Eisscheibe durch einige dünne hölzerne Keile befestigt,

Die zwischen sie und die Seiten des Glases getrieben waren. Eine zweite runde Zinnplatte, mit einem runden Loche im Centro von 2 Zoll Durchmesser, welche in Allem mit der erstern übereinkam, wurde auf dieselbe Art mit hölzernen Keilen, 1 Zoll über der erstern und mit ihr parallel befestigt, und nun das Glas in eine Stube gebracht, wo Fahrenheit's Thermometer auf 34° stand. Darauf goß ich erst eiskaltes Wasser hinzu, bis dieses die obere Platte bedeckte, dann kochend heißes, womit ich das Glas bis auf einen Zoll vom Rande füllte, bedeckte das Glas mit einem Brete und ließ es zwei Stunden ganz ruhig stehen. Dann erst wurde das noch warme Wasser abgegossen, die runden Platten weggenommen und das Eis untersucht.

In der Mitte der Eisplatte zeigte sich eine runde Aushöhlung, die gerade so breit als das Loch in der Zinnplatte, welche das Eis bedeckte, nämlich 2 Zoll im Durchmesser war, diesem Loche correspondirte, vollkommen gut begrenzt und im Centro über $\frac{1}{8}$ Zoll tief schien.

Gerade das erwartete ich; aber noch war etwas mehr da, was ich nicht erwartet hatte, und welches ich mir lange nicht zu erklären wußte. Ein jeder Theil der Oberfläche des Eises, der von der Zinnplatte bedeckt gewesen war, schien

vollkommen glatt und eben zu seyn, und zeigte keine Spur von Schmelzung oder Verminderung, nur eine Stelle ausgenommen, wo sich ein Kanal, etwa einen Zoll breit und etwas wenig tiefer als $\frac{1}{8}$ Zoll, zeigte, der offenbare Spuren trug, von einem Strome warmen Wassers gebildet zu seyn, welcher mitten aus der Höhlung im obern Theile der Eisscheibe, nach deren Umfang gegangen war. Da die Kante, oder die vertikale Seite der Eisscheibe, augenscheinlich da, wo dieser Strom über sie wegging, abgerieben war, so konnte seine Richtung nicht zweifelhaft seyn, und er ging sicherlich *aus* der runden Höhlung in der Mitte des Eises aus. Ob es gleich beim ersten Anblicke schwer scheinen mag, diese Thatfache zu erklären, und zu zeigen, wie das Wasser an den Ort kommen konnte; so war es doch augenscheinlich, daß die unmittelbare Ursache der Bewegung dieses Wasserstroms keine andere seyn konnte, als das größere specifische Gewicht desselben, gegen den übrigen Theil des Wassers in derselben Tiefe. Und daß dieses größere specifische Gewicht zugleich mit einem höhern Grade von Wärme begleitet war, ist aus der Tiefe des Kanals klar, welchen der Strom in das Eis eingeschmolzen hatte, indess die andern Theile in der Oberfläche des Eises von dem darauf stehenden Wasser nicht

geschmolzen waren. Um diesen Punkt weiter ins Licht zu setzen, machte ich folgenden Versuch.

Versuch 18.

Ich hielt es für wahrscheinlich, daß, wenn die runde Aushöhlung in dem Eise, die dem runden Loche in der Mitte der bedeckenden und der zweiten einen Zoll höher befestigten Zinnplatte correspondirte, durch die *strahlende Wärme*, (wie man sie uneigentlich nennt,) oder durch die Wärmestrahlen des warmen Wassers eingeschmolzen wäre; einige dieser Wärmestrahlen, welche nach der Luft über dem Wasser gingen, von der Oberfläche des Wassers nach unten reflektirt seyn möchten. Daß dieser Theil der Strahlen das Eis nicht erreiche, suchte ich nun dadurch zu verhindern, daß ich sie von einem leichten schwarzen Körper verschlucken ließ, nämlich von einem runden Stücke eines Tannenbrets, das mit schwarzer Seide bedeckt war, und das ich auf der Oberfläche des Wassers schwimmen ließ. Wäre hierdurch das Schmelzen des Eises merklich verringert worden, so würde das starke Grund gegeben haben, zu glauben, daß diese Strahlen in der That die Ursache der zu erklärenden Erscheinung sind. Allein mit der größten Sorgfalt konnte ich nicht bemerken, daß:

diese Bedeckung der Oberfläche des heißen Wassers mit einem schwarzen Körper, irgend einen Unterschied in dem Resultate des Versuchs verursacht hätte.

6.

Nach einigem Nachdenken über diesen Gegenstand fiel mir ein, daß das Schmelzen des Eises auf der Oberfläche sich würde genugthuend erklären lassen, ohne daß man anzunehmen brauche, das Wasser sey entweder ein Wärmeleiter, oder die zu untersuchende Wirkung werde durch wärmende Strahlen hervorgebracht.

Ob es gleich eines der allgemeinsten Naturgesetze ist: daß alle Körper, sowohl feste als flüssige, durch die Kälte verdichtet werden: so scheint doch in Hinsicht auf das Wasser eine merkwürdige Ausnahme von diesem Gesetze statt zu finden. Wasser wird, wie alle bekannte Körper, in der That bei jeder Temperatur, die beträchtlich höher als der Gefrierpunkt ist, durch Kälte verdichtet; aber wenn es, indem es Wärme verliert, dem Frostopunkte nahe kommt, hört das Verdichten auf, bis es in Eis verwandelt ist. Ist die Temperatur des Wassers während der Abkühlung bis auf 40 Grad nach Fahrenheit's Scale, oder bis 8 Grad über dem Gefrierpunkte gesunken; und wird es noch mehr

abgekühlt, so wird es dadurch nicht ferner verdichtet, sondern *es dehnt sich vielmehr aus*, und fährt fort, sich immer auszudehnen, so wie es an Wärme verliert, bis es zuletzt gefriert. Selbst in dem Augenblicke, wenn es fest wird, und als fester Körper, dehnt es sich, so wie es kälter wird, immer mehr aus; eine Thatfache, die durch Herrn de Luc, in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Modifikationen der Atmosphäre, bekannt gemacht, und von Sir Charles Blagden *) weiter untersucht und außer allen Zweifel gesetzt worden ist.

Da nun Wasser bei der Berührung mit Eis immer die Temperatur von 32° hat, so ist es klar, daß Wasser von dieser Temperatur specifisch leichter seyn muß, als Wasser, das um 8 Grad wärmer, oder von einer Temperatur von 40° ist; daher, wenn zwei Wassermassen von diesen beiden Temperaturen in demselben Gefäße enthalten sind, die kälteste und leichteste nothwendiger Weise dem wärmern und schwerern Platz machen muß, und die Ströme von warmen Wasser in dem kältern *hinabgehen* werden.

Da in den beiden letzten Versuchen die runde Zinnplatte, welche die Oberfläche des Eises be-

*) *Philosophical Transactions*, Vol. 78.

deckte, dazu diente, die dünne Schicht Wasser, die zwischen der Platte und dem Eise war, abzusondern, indem sie durch die Platte verhindert wurde, aufwärts zu steigen, und kein Grund zum Hinabsinken vorhanden war; so blieb dieses wahrscheinlich an seiner Stelle; und da es nun *eiskalt* war, so konnte es das Eis, worauf es stand, nicht schmelzen.

Da aber die Zinnplatte ein rundes Loch im Centro hatte, die Oberfläche des Eises also *auf dem Theile* bloß war, und das damit in Berührung stehende eiskalte Wasser durch das wärmere und schwerere Wasser von oben her verdrängt wurde; so mußte durch diesen hinabsteigenden warmen Strom eine Höhlung in Gestalt eines flachen Beckens gebildet werden. Da indeß mehr solches Wasser vorhanden war, als das Becken fassen konnte; so strömte es sogleich beim Entstehen desselben auf der Seite, welche gerade die niedrigste war, über den Rand des Beckens hinaus und bahnte sich einen Weg unter der Zinnplatte hinweg, nach der Kante des Eises, an welcher es herunterfloß und auf den Boden des Glasgefäßes fiel. Da das Wasser dieses kleinen Stroms warm war, so bildete es bald einen tiefen Kanal in dem Eise, und in der That fand ich am Ende des Versuchs, daß dieser überall

tiefer als der Boden des Beckens, von wo er ausging, war.

Diese Art, die Erscheinung zu erklären, schien mir völlig genügend, und je länger ich nachdachte, desto mehr wurde ich in meiner Vermuthung bestärkt: daß alle *flüssige Körper* nothwendiger Weise vollkommene *Nichtleiter der Wärme* seyn müssen.

Da sich aus diesen Grundsätzen das Schmelzen des Eises unter dem warmen Wasser in Versuch 16, und die Langsamkeit, womit dieses geschah, so gut erklären ließen; so fuhr ich, im Vertrauen auf diesen Erfolg, fort, noch entscheidendere Versuche auszusinnen, durch die, — ich darf es behaupten, — die wichtigen Thatfachen, die wir hier untersuchen, außer allen Zweifel gesetzt sind.

(Die Fortsetzung folgt.)

VIII

ELECTRISCHE VERSUCHE
über verschiedene Gegenstände

von

Herrn D. van MARUM
in Harlem.

(Fortsetzung.)

*Ob die Electricität die atmosphärische
Luft verdünnt?*

Die abstoßende Kraft, welche zwischen Körpern, die auf einerlei Art, es sey positiv oder negativ, electrifirt sind, statt findet, könnte uns auf die Vermuthung führen: daß electrifirte Luft sich ausdehnen, und durch das gegenseitige Zurückstoßen ihrer Theile sich verdünnen müsse. Herr Volta ersuchte mich, hierüber Versuche anzustellen, und ich glaubte seinem Verlangen auf folgende Art am besten Genüge zu thun. Ich nahm einen gläsernen Ballon von ungefähr 9 Zoll Durchmesser, und ließ ihn mit einem Stöpsel recht dicht verschließen. Durch diesen ging ein kupferner Draht *ab*, (Taf. IV, Fig. 7,) dessen zugespitztes Ende *b* sich in der Mitte des Ballons befand, und der folglich die ihm mitgetheilte Electricität in die Luft, welche in dem Ballon

enthalten war, verbreitete. Um zu beobachten, ob sich diese eingeschlossene Luft beim Electrificiren ausdehne, diente eine gekrümmte, an beiden Seiten offene, $\frac{1}{2}$ Linie weite Röhre, in der sich von *e* bis *f* Quecksilber befand, das, wenn die Luft in dem Ballon die geringste Ausdehnung erlitt, steigen mußte, und in der That, wenn ich den Ballon nur mit der Hand erwärmte, in der Röhre stieg. Nachdem ich mich auf diese Art von der Empfindlichkeit des Apparats überzeugt hatte, brachte ich den Draht *ab* erst mit dem positiven und nachher mit dem negativen Leiter in Verbindung. Aber beide Mal konnte ich nicht das geringste Steigen des Quecksilbers in der Röhre *cd* bemerken, welches beweiset, daß die electrifirte Luft nicht die geringste Ausdehnung erlitt.

Prüfung der Electricität der Luft in dem Saale, wo die Maschine in Bewegung gesetzt wird.

Nachdem Herr Volta gezeigt hatte, daß die Flamme einer kleinen Wachskerze ein wirksameres Mittel ist, als die schärfste metallische Spitze, um die schwächsten Grade der Electricität der Atmosphäre zu bestimmen; so bediente ich mich, auf seinen Vorschlag, dieses Mittels,

zugleich mit dem Electrometer des H. Sauffure, um die Electricität der Luft in dem Saale, wo electrifirt wurde, zu untersuchen. Die Luft war ziemlich trocken, als ich diesen Versuch machte, und ich sah, daß, nachdem die Maschine fünf Minuten in Bewegung gewesen war, die ganze Luft im Saale electrifirt war. Obgleich der Saal sehr groß ist, (seine Länge beträgt 50, die Breite 30, und die Höhe 40 Fuß,) so war doch die Luft auf einen so hohen Grad electrifirt, daß die kleinen Kugeln des Electrometers, in dem entferntesten Theile des Saales, man mochte sie nahe an die Decke oder an den Fußboden bringen, sich über einen halben Zoll von einander entfernten. Der Leiter wurde während dieser Operation positiv electrifirt, und die Luft im Saale erhielt auch die nämliche Electricität. Die negative Electricität der Maschine, die ich auf eben die Art an einem andern Tage versuchte, theilte sich der Luft im Saale viel langsamer mit.

Ob die Kraft des Leiters dieser Maschine sich vermehren läßt, wenn man den Leiter verlängert.

Da Herr Volta der Meinung war, daß man an electrischer Kraft gewinnen könne, wenn man den Leiter der Teylerschen Maschine vergrößerte,

so versuchte ich dieses auf verschiedene Art. Zuerst verlängerte ich den Hauptleiter der Maschine dadurch, daß ich ihn mit einem andern Leiter, welcher gemeiniglich dazu gebraucht wurde, die Electricität vom ersten Leiter zu empfangen, in Berührung setzte. Das Electrometer am Hauptleiter zeigte aber, daß dann die Electricität des Leiters von minderer Intensität war. Auch waren die Funken fast einen Zoll kürzer. Als ich die Wirkung dieser Funken untersuchte, konnte ich nicht bemerken, daß ihre Kraft größer war, als die der Funken des ordentlichen Leiters.

Ich ließ darauf zwei Cylinder von Pappe machen, jeden 16 Fuß lang und 4 Zoll dick, und sie mit Zinnfolie belegen. Diese hing ich an seidenen Schnüren so auf, daß sie den Leiter in gerader Linie verlängerten. Ans Ende dieses verlängerten Leiters setzte ich wiederum den empfangenden Leiter, an welchem ich die Länge der Funken und ihre Wirkung versuchte. Das Electrometer zeigte nicht so viel electricische Kraft, als bei dem vorhergehenden Versuche; die Funken waren über 5 Zoll kürzer; aber die Kraft dieser Funken schien mir ein wenig größer, als die der Funken des gewöhnlichen Leiters. Dieses bewog mich, an einem andern Tage, da das Wetter sehr günstig war, den Versuch zu wiederholen,

und die Wirkung war fast dieselbe. Die Funken schienen ein wenig mehr Kraft zu haben; aber der Unterschied war wenig beträchtlich, und sie folgten langsamer auf einander, als vor der Verlängerung des Leiters.

Es erhellet also aus diesen Versuchen, daß man gar keine Ursache hat, den Leiter dieser Maschine im gegenwärtigen Zustande zu vergrößern. Wenn sie aber an einem Orte stünde, wo die Luft gemeiniglich trockner ist; so würde man durch Vergrößerung des Leiters wahrscheinlich an Kraft gewinnen; denn die Maschine giebt eine Menge electricischer Materie, welche einen weitgrößern Leiter anfüllen könnte, und jeder Funke, durch welchen ein Leiter sich entladet, hat um so mehr Kraft, je mehr electricische Materie der Leiter faßt. Da aber der Leiter in einem Saale steht, wo die Luft selten trocken ist, so giebt die vergrößerte Oberfläche des Leiters dem electricischen Stoffe um so viel mehr Gelegenheit, sich in die Luft, die ihn umgiebt, zu zerstreuen; und ich zweifle nicht, daß man es allein diesem Umstande zuschreiben muß, daß durch Vergrößerung des Leiters dieser Maschine dem Anscheine nach nichts an electricischer Kraft gewonnen wird.

*

*

*

Z U S A T Z

*in den Versuchen, welche beweisen, dass
im electricischen Fluido. Wärmestoff
vorhanden ist. *)*

Was die Erhitzung der Körper betrifft, welche in den Strom der electricischen Materie gebracht werden, oder auf die man electricische Funken führt, so fiel mir ein, ob diese Erhitzung nicht bei schlecht leitenden Körpern viel beträchtlicher, als bei andern seyn möchte, und ob nicht die electricischen Funken eine grössere Erhitzung hervorbringen würden, wenn man sie durch schlechte Leiter führte. Ich machte den Versuch mit verschiedenen Arten von Holz, indem ich Latte von der Dicke eines Zolles, und 11 Zoll lang, zwischen die empfangende Kugel, auf welche die Funken des Leiters gingen, und einen andern Leiter legte, welcher mit dem dicken Leitdrahte am Boden in Verbindung stand. Ich sah sogleich meine Muthmaßung bestätigt. Denn als die Funken 3 oder 4 Minuten lang, theils durch, theils längs einer Latte von *Roth-Tannen* gegangen waren, so war diese dadurch sehr merklich erwärmt. Ich stellte ein Thermometer auf diese Latte und setzte die Kugel desselben, welche ungefähr

*) S. *Neues Journal der Physik*, Band III, Seite 1.

2 Linien im Durchschnitte hatte, in ein Loch, welches zu dem Ende in die Mitte dieser Latte eingeschnitten war. Als ich darauf den Versuch wiederholte, bemerkte ich, daß das Thermometer in 3 Minuten von 61 bis 88, und in 5 Minuten bis 112 Grad stieg.

Der Strahl ging sehr oft unter der Oberfläche dieses Holzes weg und beschädigte es alsdann, so daß beständig Splitter herumflogen; ahmte also, auf eine sehr ähnliche Art, eine der Wirkungen des Blitzes nach.

Endlich versuchte ich auch noch *die Wirkung der electrischen Materie auf den Phosphor, in dem leeren Raume des Barometers*, auf dieselbe Art, wie das in den angeführten Versuchen mit andern Stoffen geschehen war. Ich bemerkte bald, daß ein elastischer Stoff hervorgebracht wurde, welcher das Fallen des Quecksilbers verursachte; dieses fiel aber nur sehr langsam. Nach einer halben Stunde war es beinahe um 4 Zoll gefallen, und alsdann fiel es gar nicht mehr. Als ich diesen Versuch im Dunkeln machte, bemerkte ich, daß der electrische Stoff, wenn er durch diese Röhre ging, ein ganz besonderes *Licht* von sich gab, das größtentheils von einer grünlich-gelben Farbe, in der Mitte aber, und da, wo der dichteste Strom der electrischen Materie

~~ging~~, so wie an der Oberfläche des Phosphors, von einem lebhaften Roth war. Hingegen sah man unmittelbar, nachdem der Funken durchgegangen war, weder am Phosphor noch in dem leeren Raume der Röhre Licht.

Die erzeugte Luft hatte ihre ganze Elasticität sogar noch den folgenden Tag. Als ich darauf ein wenig atmosphärische Luft in die Röhre liefs, sah ich sogleich den ganzen leeren Raum der Röhre über dem Quecksilber erleuchtet: woraus man abnehmen kann, dafs die Luft, welche durch den electricen Funken aus dem Phosphor abgeschieden war, ein *Phosphorgas* ist; doch war die Luftmenge zu geringe, als dafs ich hätte untersuchen können, ob sie eben so beschaffen ist, als das Phosphorgas, dessen Zubereitung Herr Gengembre in dem *Journal de Physique*, 1785, zuerst beschrieben hat.

IX.

MATHEMATISCHE CORRESPONDENZ

aus

Nicholsons Journal der Physik

Seit dem April 1797 erscheint unter dem Titel: *A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts, by William Nicholson*, monatlich ein Heft von 6 Bogen, im größten Quart mit Kupfern, und unter fortlaufenden Seitenzahlen, so 12 Stück einen Band ausmachen, die für 1½ Pf. St. verkauft wird. Es enthält theils Original-Aufsätze, theils Auszüge aus den Schriften der gelehrten Gesellschaften in Großbritannien, theils Uebersetzungen aus französischen Zeitschriften und Werken, und ist durchgängig zweckmässig abgefaßt. Alles wichtige Physikalische aus demselben wird der Leser auch in diesen Annalen finden. Jedes der erstern Hefte enthält unter der Ueberschrift: *Mathematical Correspondance*, ein Paar mathematische Aufgaben, zum Nachdenken der Leser, und erst die folgenden Hefte geben Antworten, die zur Beantwortung derselben eingeschickt sind. Hier ein Paar solche Fragen zur Probe:

Erste Frage von J. B. Die Hälfte einer gegebenen geraden Linie a in eine gegebene Menge n von Theilen x, y, z u. s. w. so einzutheilen, daß der erste dieser Theile und die ganze Linie, der zweite Theil und die Linie weniger den ersten Theile, der dritte Theil und die Linie weniger den beiden ersten Theilen, u. s. f., $(x, a, y, a - x, z, a - x - y, \dots)$ u. s. w. in geometrischer Progression stehn. — Wird in Heft 2 durch rechnende Analysis aufgelöst: $x = \left(1 - \frac{1}{2^{\frac{1}{n}}}\right) a$.

Zweite Frage vom Cap. W. Mudge. Die Centrifugalkraft eines Körpers, der sich im Kreise bewegt, durch Fluxionsrechnung, und nicht, wie Newton in seinen Principien, aus der Lehre der Indivisibeln abzuleiten. — Eine Frage, die man in Deutschland nicht aufgeworfen hätte.

B



ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

VERBESSERUNG

des

Bennetschen Electrometers

VON

WILL. NICHOLSON. *)

Den Physikern, die sich mit der Electricität beschäftigen, ist das *Electrometer* von Bennet hinreichend bekannt. **) Zwei Streifen von Goldblättchen vertreten darin die Stelle von Canss Korkkügelchen, und zeigen den geringsten Grad von Electricität und ihre Beschaffenheit.

Dieses vortreffliche Instrument scheint noch einiger Verbesserungen zu bedürfen: einmal, um ohne Gefahr für die Goldblättchen tragbar zu

*) Aus dessen *Journal of Natural Philosophy* etc., No. 6, 1797.

**) Siehe unter andern Grens *Älteres Journal der Physik*, B. I, S. 380.

Annal. d. Physik. 1. B. 3 St.

machen; zweitens, um die verschiedenen Grade, bis zu welchen es electrifirt ist, auf einer angebrachten Scale unterscheiden zu können.

Die Goldblättchen gegen die Gefahr des Zerreißens beim Tragen zu sichern, hat mir bisher, alles Nachsinnens ungeachtet, noch nicht recht gelingen wollen. Ein Streifen von Blattgold ließe sich vielleicht durch eine Büchse sichern, die rings umher nicht weit davon abstünde. Befestigt man aber den Goldstreifen an das eine Ende eines vergoldeten Holzes, dessen Oberfläche ganz die Gestalt des Blättchens hat, so bewegt sich dieses, bei seiner außerordentlichen Biegsamkeit, sehr leicht längs dem Holze auf und ab, und erhält Falten, wenn man das befestigte Ende um wenige Grade über das untere Ende des Holzes hinüber beugt. Noch weniger möchte es möglich seyn, die Goldblättchen zwischen zwei andere Blätter oder Kissen zu bringen, ohne sie zu zerreißen. Doch werde ich darüber noch Versuche anstellen, so bald ich wieder auf diese Materie komme.

Das Gewicht eines Goldblättchens in Bennets Electrometer beträgt ungefähr 0,06 Gran, doch ist dieses nach der Gestalt und Größe des Streifens und nach der Dicke des Goldes verschieden. Eben deshalb möchte es eine vergebliche

Mühe seyn, auf Mittel zu finnen, zwei solche Electrometer übereinstimmend und mit einander vergleichbar zu machen. Alles, was sich thun läßt, ist: die verschiedenen Intensitäten der Electricität genauer zu bestimmen, sofern diese entweder durch die Divergenz der Goldstreifen, oder durch die Entfernung, aus welcher die Blättchen an ein Paar nicht - isolirte Metallstäbe schlagen, angezeigt werden.

Auf Tafel V, Fig. 7, stellt *A* den isolirten metallenen Hut des Electrometers vor, von welchem bei *C* die beiden scharf zugespitzten Goldblättchen herabhängen. *BB* ist das sie umgebende Glas, welches den Hut *A* trägt, und die Bewegung der äußern Luft von den Blättchen abhält. *DD* sind ein Paar flache Messingstäbe, die sich um eine gemeinschaftliche Achse, gleich den Schenkeln eines Zirkels, drehen, und sich dadurch einander nähern, oder von einander entfernen lassen. Durch Hülfe von Stahlfedern werden sie aus einander gedrückt. Die Mikrometerschraube *E* dient, sie einander sanft und allmählig zu nähern. Zu dem Ende sind an die Mutterschraube, welche sich längs der Spindel hinauf bewegt, zwei stählerne Arme in entgegengesetzten Punkten des Durchmesser befestigt, und das Ende jedes dertelben ist durch einen Stift mit

einer der beiden Messingscheiben verbunden, welche die beiden Messingstäbe tragen.

Diese Schraube ist in Figur 8 in einer andern Lage, wie sie, von oben herabgesehen, erstlich abgebildet. *KL* ist ein Messingstück, welches der ganzen Vorrichtung als Gestell oder Rahmen dient, und die untere Oeffnung des Electrometers *FF* schließt. *IH* bedeutet die cylindrischen Messingscheiben, welche die Messingstäbe tragen und drehen. An der Seite der Mutterschraube *E* sieht man einen der beiden stählernen Zugarme, die diese cylindrischen Stücke drehen; der andre liegt auf der entgegengesetzten Seite, und ist dahin nicht sichtbar. Bei *L* sieht man die beiden zurückdrückenden Stahlfedern. Die übrigen Theile bedürfen keiner Beschreibung.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung des Goldblatt - Electrometers werden zwei Stanniolfstreifen an die entgegengesetzten Seiten der innern Fläche des Glases *BB* geklebt, gegen welche die Goldblättchen schlagen, wenn sie den größten Grad von Electricität erreicht haben. Entfernt man die Messingstäbe *DD* so weit von einander, als möglich, so zeigt dieses verbesserte Electrometer gerade so das Maximum von Electricität. Ist dagegen die Electricität, die durch Berührung mit der leitenden Luft, oder irgend einer andern

le der Electricität erzeugt wird, so geringe,
 man aus der Lage der Goldblättchen nicht
 Sicherheit schliessen kann, ob sie electri-
 sind, oder nicht, so nähert man die Messing-
 vermittelst der Mikrometerschraube einan-
 llmählig, bis sie durch ihre Anziehung die Di-
 enz der Goldblättchen hinreichend vermeh-
 um uns in den Stand zu setzen, die Art der
 ricität dieser Blättchen auszumitteln. In die-
 Falle, so wie in allen andern, zeigt der
 der Eintheilung auf dem Kopfe der Mikro-
 schraube, welcher in dem Augenblicke, da
 oldblättchen an die Stäbe hinfahren und
 blagen, dem festen und unbeweglichen Zei-
 egen über stehen, an, ob die Electricität von
 stärkern oder geringern Intensität war.

II.

ELECTRISCHE ERFAHRUNGEN
über verschiedene Gegenstände

VON
Herrn Dr. van MARUM
in Harlem.

(Bechluß.) *)

Wirkung der grossen Batterie auf Bäume.

Schon Nairne hat 1773 Versuche über die
Wirkung einer Batterie von 50 Quadrattus Be-

- *) Ich ziehe unter dieser Ueberschrift das Interessanteste aus den Erfahrungen kurz zusammen, die sich, ausser den von Gren bereits mitgetheilten, in der *Seconde Continuation des Expériences, faites par le moyen de la Machine Electrique Teylerienne* par VAN MARUM, Harlem 1795, 391 Seiten, 4, Französisch und Holländisch, mit 5 Kupfertafeln, finden. Vieles aus diesem Werke war schon im *Ältern Journale der Physik*, (B. IV, S. 1; B. VI, S. 37 und 360,) und im *Neuen Journale der Physik*, (Band III, S. 1,) mitgetheilt. Dies und das Allgemein-Interessante dieser ins-Große gehenden electrischen Versuche, bestimmte wahrscheinlich den sel. Gren, ungeachtet der deutschen Uebersetzung dieses Werks, die wichtigsten, von ihm noch nicht benutzten Aufsätze in dem er-

gung, auf verschiedene Pflanzen, unter andern
ich auf den *Lorberbaum* und die *Myrte*, ange-
ellt. Alle Zweige der Pflanzen, durch welche
er electriche Schlag ging, starben, früher oder
äter; je nachdem die Pflanze mehr oder weni-
er saftreich war. Bei einem Lorberzweige fin-
gen erst 15 Tage nach dem Versuche, die Blätter
n, gelb zu werden und abzufallen, und an der
Myrte erstarben erst nach einem Monate einige
kleine Zweige in der Krone. *)

Diese interessanten Versuche wiederholte ich
mit einer Batterie von 550. Quadratfuß Belegung,
und zwar an jungen abgeschnittenen, 8 Fuß lan-
gen Aesten der gemeinen *Weide*, einer Baumart,
welche die kraftvollste Vegetation hat, und in
der das vegetabilische Leben am meisten zu lei-
den vermag, bevor es erlischt.

Im April 1791, gerade als diese Aeste anfin-
gen kleine Zweige zu treiben, leitete ich den
electriche Schlag 15 Zoll weit durch die Mitte
zweier, und durch das obere Ende zwei anderer
solcher Weidenäste; denn in größerer Länge ihn

sten Hefte dieser Annalen übersetzt zu liefern.
Durch das Gegenwärtige wird die Benutzung der
van Marum'schen Schrift für dieses Journal
vollständig.

*) *Philosoph. Transact.*, Vol. 64, p. 1.

durch den Ast zu führen, wollte mir nicht gelingen. Diese Aeste wurden darauf gepflanzt. Die electricen Stellen trieben gar keine Zweige. Das obere Ende der in der Mitte electricisirten trieb zwar einige Tage lang kleine Zweige, aber viel langsamer als nicht-electisirte, und auch diese Zweige starben in wenigen Tagen ab. Selbst gegen trieben die nicht-electisirten Stellen ebenso gut Knospen, als die daneben gepflanzten nicht electricisirten Weiden. — Diese Versuche zeigen also, daß die Vegetation, selbst in den Pflanzen, worin sie am kräftigsten und am schwersten zu tödten ist, durch einen hinlänglich starken electricen Schlag zerstört wird. Auch ist ihre Wirkung der des Blitzes auf Bäume, sehr ähnlich, da auch der vom Blitze getroffene Baum bald abstirbt.

Verkalkung der Metalle durch den electricen Schlag.

Diese Versuche stellte ich 1788 mit der Batterie von 225 Fuß Belegung, als eine Fortsetzung der Versuche, an, die ich 1786 gemacht und in der *Premiere Continuation* etc. beschrieben habe, und wiederholte sie, und die frühern, mit der großen Batterie von 550 Quadratfuß Belegung, ohne daß sich dabei eine wesentliche Verschiedenheit gezeigt hätte.

Die Erscheinungen bei *Halbmetallen* wichen nur wenig von den mit ganzen Metallen ab. Da die Halbmetalle zu spröde sind, als daß sich Draht aus ihnen ziehen liesse, so suchte ich sehr dünne Platten davon zu erhalten, um sie in kleine Streifen zu zerschneiden, welches aber nur mit *Zinn* und *Wismuth* gelang. Als electriche Schläge von verschiedener Stärke hindurchgeführt wurden, stieg das verkalkte Metall in Gestalt eines dicken Rauches auf, und setzte sich an das darüber gehaltene Papier in Blumen an, die an Farbe und Zeichnung denen des Eisens glichen, welche in der *Premiere Continuation* etc. auf Tafel 3 abgebildet sind. Diese Metalle bei schwächerer Ladung in glühende Kügelchen zusammen zu schmelzen, gelang nicht. — Dieselben Erscheinungen erfolgten, als ich gereinigtes *Spießglaspulver* in einer Linie auf Papier legte und den electricen Schlag hindurchführte; doch zerstob das Meiste vor dem Calciniren.

Darauf ließ ich die Halbmetalle mit so viel *Zinn* mischen, daß sie dehnbar genug wurden, um sich in Draht, $\frac{1}{30}$ Zoll dick, ziehen zu lassen. Zu dem Ende mußte zum *Zinn* 2, zum *Kobalt* 8, zum *Wismuth* 24 und zum *Spießglase* 12mal so viel *Zinn* gefetzt werden, als man von diesen Halbmetallen nahm. Beim Verkalken dieser Gemische

durch den elektrischen Schlag, zeigte sich schon auszeichnendes. Das verkalkte Metall ging theils als Dampf fort, theils bildete es auf dem davor gehaltenen Papiere allerlei Figuren, denen ein wenig unvermischten Metalle ähnlich. Im einzigen Spießglasdrahte schien das Zinn seine merkwürdige Eigenschaft, in kleine Kugeln zu zerfallen, die sich auf eine sehr besondere Art zu erhalten, behalten zu haben.

Um über diese Eigenschaft noch weitem Aufschluß zu erlangen, verfuhr ich mit Gemischen aus *Zinn* und den *edeln Metallen* auf dieselbe Art. Um Draht, $\frac{3}{4}$ Zoll dick, zu erhalten, mußte ich auf 1 Theil *Silber* 8, und auf 1 Theil *Gold* 32 Theile *Zinn* nehmen. So geringe in diesen Gemischen auch der Antheil der edeln Metalle war, so verlor doch das *Zinn* jene Eigenschaft.

Darauf ließ ich Draht, $\frac{7}{8}$ Zoll dick, aus gleichen Theilen von *Gold* und *Silber*, von *Gold* und *Kupfer*, und von *Silber* und *Kupfer* ziehen. Ich war sehr verwundert, zu sehen, wie beim elektrischen Schlage diese Gemische zum Theil in kleine glühende Kugeln zerstoben, die im Wegrollen auf dem Papiere Flecke in gerader Linie hinterlassen hatten. Sie verloren indeß so schnell ihre Glührothe, daß man sie kaum gewahr wurde.

Auch mit der grofsen Batterie gelang es mir nicht, *Zinn-* oder *Zink-*, oder *Silberamalgama*, das in kleinen Strahlen auf Papier gelegt wurde, der *Quecksilber* in sehr dünnen Glasröhren zu verkalken.

Ein *Platindraht*, $\frac{1}{75}$ Zoll dick, schien beim electricischen Schlage dieselbe Schmelzbarkeit als Silber zu haben. Das Platin wurde in einen grauen, sehr feinen Staub verwandelt, der ähnliche Zeichnungen, wie Eisen, auf dem Papiere bildete, und der dem Eisenkalke so ähnlich war, daß ich ihn für wahren Platinkalk halten muß, bis man durch Versuche das Gegentheil beweisen wird.

Obgleich diese fortgesetzten Versuche über das Verkalken der Metalle, auf keine so merkwürdigen Erscheinungen führten, als es anfangs schien, so setzte ich sie doch so lange fort, bis alle Hoffnung verschwand, dabei etwas Lehrreiches und Neues zu entdecken.

Was ich bei meinen vorigen Versuchen für unmöglich gehalten hatte, dünne Glasröhren zu finden, die den Durchgang des electricischen Schlags, ohne zu zerbrechen, ertrügen, um in ihnen die Verkalkung der Metalldrähte vorzunehmen, und durch den Gewichtsverlust der Luft in der Röhre zu beweisen, daß ihr Sauerstoff sich

Körper entzünden. Das geschieht aber nicht bei dickern Leitern.

Da das Reißblei (*Plombagine*) gar nicht, oder doch nur sehr schwer schmilzt, so hatte Paterfon in Philadelphia vorgeschlagen, daraus die Spitzen der Blitzableiter zu verfertigen, um sie gegen das Zusammenschmelzen zu sichern. Allein das würde ohne Nutzen seyn, da das dickste Reißblei von einer Ladung meiner großen Batterie pulverisirt wird. Ueber dies habe ich schon 1785 gezeigt, daß die Blitzableiter mit Spitzen, vor denen ohne Spitzen, eben keinen beträchtlichen Vorzug haben.

Ob einige Stoffe durch Funken aus dem Conductor der Teylerschen Maschine zersetzt oder sonst merklich verändert werden?

Bei den Versuchen, die ich in den Jahren 1785 und 1787 mit einigen Gasarten angestellt hatte, waren zwei dieser Stoffe, das Salpetergas und das alkalische Gas, durch electriche Funken zersetzt worden. Mehrere Physiker glaubten, dieses möchte auch wohl mit andern Stoffen der Fall seyn, deren Bestandtheile man vielleicht auf diesem Wege besser möchte kennen lernen, und schlugen verschiedene flüssige und feste Körper

vor, die sie auf diese Art behandelt zu sehen wünschten.

Ich bediente mich zu diesen Versuchen gläserner Röhren 13 bis 14 Zoll hoch und $0,3$ bis $0,4$ Zoll weit, deren eines Ende zugesehrt worden, und mit einem leitenden Drahte aus Platin versehen war. Diese Röhren füllte ich so mit Quecksilber, daß, wenn der zu prüfende Stoff auf das Quecksilber einen Zoll hoch geschüttet würde, die Röhre bis auf einen halben Zoll angefüllt war, setzte darauf die Röhre um, und setzte sie in ein Gefäß mit Quecksilber, welches Taf. IV | Fig. 6, bei b abgebildet ist. Dieses Gefäß brachte ich unter einen isolirten Conductor c , der auf der Glasröhre d steht, und mit einer Messingplatte e versehen ist, so daß, wenn man das Ende der Röhre d durch ein Loch in dieser Messingplatte steckt, die Röhre, welche den Conductor fast berührt, senkrecht erhalten wird. Setzt man diesen Conductor einige Zoll weit vom Conductor der Maschine, und bringt das Quecksilber b mit dem Boden in Verbindung, so werden die Funken, die auf ihn überspringen, durch die Glasröhre geleitet. Die Luftschicht, welche in der Röhre über dem zu untersuchenden Stoffe blieb, dient dazu, daß der Funken, der durch den Platindraht geht, in Form von Strahlen

len auf den zu prüfenden Stoff komme, welche oft mehr Wirkung thut, als wenn der Draht den Stoff selbst berührt; nur muß diese Luftschicht nicht aus atmosphärischer Luft, sondern aus einer Gasart bestehen, welche der electriche Funken nicht zerlegt, z. B. aus Lebensluft oder Luftgas (Moser), damit die Salpetersäure, welche der electriche Funken aus der atmosphärischen Luft abscheidet, nicht die Resultate des Versuchs verwirre.

Im Falle der zu prüfende Stoff sich mit dem Quecksilber zerlegt, wie z. B. manche Säure, fülle ich die Röhre ganz mit dieser Säure, setze sie umgekehrt in ein Gefäß, welches dieselbe Säure enthält, und führe einen Platindraht in die Röhre, bis einen Zoll tief unter der Oberfläche der Säure, welcher die Stelle des Quecksilbers vertritt. Die erstere Vorrichtung will ich mit *A*, die letztere mit *B* bezeichnen.

Stark concentrirte Schwefelsäure, im Apparate *B*, eine Viertelstunde lang den positiven oder den negativen electriche Funken ausgesetzt, litt keine Veränderung, auch wenn die Glasröhre stark erhitzt wurde. Eben so wenig das gemeine *Vuriolöl*.

Rauchende Salpetersäure gab in fünf Minuten zwei Zoll eines luftförmigen Stoffs, wovon aber

nach einer Viertelstunde nur noch sehr wenig übrig war, und den ich deshalb für Salpetersäure halte, welche der Wärmestoff des electricischen Stromes in luftförmigen Zustand versetzt hatte. Uebrigens schien die Säure unverändert. Die *gewöhnliche Salpetersäure* gab gleichfalls einen halben Zoll Luft, welche gleichfalls bald, nachdem man mit dem Electrificiren aufhörte, verschwand. Eben so die *rauchende* und die *gewöhnliche Salzsäure*. Aus der *oxygenirten Salzsäure* entwickelte sich dagegen gar keine Luft; welches zeigt, daß der Wärmestoff des electricischen Fluidi sich nicht leicht mit dem Sauerstoffe luftförmig verbindet.

Zerflossenes kohlensaures Gewächsalkali im Apparate A eine Viertelstunde lang electrificirt, litt gar keine Veränderung. Dagegen gab *kohlensaures Ammoniak* eine solche Menge Luft, daß die Glasröhre in fünf Minuten ganz damit angefüllt war. Diese Luft war zum Theil Wasserstoffgas, der Rest Stickgas; und man sieht hieraus, daß die Zersetzung des Ammoniaks in seine beiden luftförmigen Bestandtheile, unter dem Drucke der Atmosphäre fast eben so schnell, als im luftleeren Raume gelingt. *)

*) *Neues Journal der Physik*, B. III, S. 1 f.

Lackmuspflanze eine halbe Stunde lang electrifirt, veränderte ihre Farbe nicht; daher im electrischen Strome keine Säure ist.

Die stärksten Funken auf *glühenden Salpeter*, den ich über dem Feuer in beständigem Flusse erhielt, eine Viertelstunde lang geleitet, bewirkten nicht die geringste Detonation, und der Salpeter war nach dem Versuche nicht im mindesten alkalifirt.

Salzsaures Silber (Luna cornea), woraus sich im Sonnenlichte Sauerstoffgas entbindet, gab im Apparate *A*, oder im leeren Raume des Barometers electrifirt, gar keine Luft.

Eben so wenig erfolgte eine Fällung, als ich im Apparate *B* die *Auflösungen* von Silber, Kupfer, Eisen, Blei oder Quecksilber in Salpetersäure, oder die Auflösungen von Gold und Zinn in Königswasser untersuchte. Bei den Auflösungen des Silbers, Bleies, Zinnes und Quecksilbers entwickelte sich ein Viertel - bis ein halber Zoll Luft, die aber nach dem Electrificiren bald verschwand. Die Kupferauflösung verschluckte einen Viertelzoll Luft. Die nicht sehr unterrichtenden Resultate dieser Versuche machten mir keine Lust, noch mehrere Stoffe auf diese Art zu behandeln.

*Viederherstellung der Metalle aus den
Metallkalcken durch electriche
Funken.*

Meine Versuche mit Metallkalcken hatten mich belehrt, daß viele dieser Kalcke durch Abuerung der Batterie, die sich im Jahre 1785 bei der Teylerschen Maschine befand, wenn man das electriche Fluidum in gehöriger Menge darauf leitet, reducirt werden. Dieses veranlaßte mich, zu versuchen: ob auch durch die losen electricchen Funken dieser Maschine, sich Metallkalcke reduciren ließen; und, wenn mir dies glückte, weiter zu untersuchen: ob jeder Metallkalk bei seiner Reduction Luft von sich giebt, und wie diese Luft beschaffen ist. Ich bediente mich dazu eben solcher Glasröhren, wie zu dem vorigen Versuche, füllte sie mit dem Metallkalcke und führte den Platindraht so weit hinein, daß er nur drei Zoll von dem an das Ende der Röhre angebrachten Platindrahte entfernt war, so daß der Funken durch den Metallkalk bis auf eine Entfernung von drei Zoll von diesem letztern Drahte geleitet wurde. Das Uebrige der Vorrichtung war wie bei dem Apparate A der vorigen Versuche.

Rother Bleikalk (Mennig) auf diese Art in einer Röhre von ungefähr einem halben Zolle im

Durchmesser behandelt, wurde sogleich reducirt, so daß man nach einigen Minuten das wiederhergestellte Blei, welches sich an die Oberfläche der Röhre angesetzt hatte, genau unterscheiden konnte. Bei dieser Reduction entstanden in zwanzig Minuten ungefähr drei Viertel - Kubikzoll Luft, wovon mehr als der dritte Theil kohlen-saures Gas war. Der Ueberrest, mit Salpeterluft untersucht, litt nicht so viel Verminderung als die atmosphärische Luft.

Weisser Bleikalk (Bleiweiß) auf eben die Art untersucht, wurde in wenig Minuten reducirt, so daß man auch Blei an der innern Oberfläche der Röhre sah, aber in geringerer Menge, als bei dem vorigen Versuche. Die hervorgebrachte Luft war auch nicht so beträchtlich, übrigens von derselben Beschaffenheit.

Zinnkalk (Zinnasche) auf eben die Art behandelt, wurde nicht reducirt; auch kam keine Luft zum Vorschein, ob ich gleich eine halbe Stunde die Funken darauf leitete.

Rother Eisenkalk (*Crocus martis*) reducirte sich auch nicht im geringsten.

Rother Quecksilberkalk durch Feuer erzeugt (*Mercurius praecipitatus per se*) wurde sogleich durch die electrischen Strahlen wider hergestellt. Das Quecksilber zeigte sich an der innern Oberflä-

che" der Röhre in Gestalt eines schwarzen Pulvers, das größtentheils aus kleinen Quecksilberkugeln bestand, die durch das Mikroskop sehr sichtbar waren. Die Luft, die bei diesem Versuche hervorgebracht wurde, war in zu geringer Menge, als daß man sie hätte untersuchen können. Vergebens bemühte ich mich, sie durch fortgesetztes Electrificiren zu vermehren, da der Funken größtentheils durch das hergestellte Quecksilber geleitet wurde, das sich an die Röhre gesetzt hatte, und deshalb nur wenig Wirkung hatte.

Ich hielt es für überflüssig, diese Versuche mit andern Metallkalcken fortzusetzen, weil die gemachten Versuche schon hinreichend das beweisen, was man daraus beweisen kann. Die electricen Funken, wenn sie eine hinreichende Kraft haben, sind vermögend, die Metalle zu reduciren, das heißt: den Sauerstoff, der sich mit dem Metalle vereinigt hatte, davon zu scheiden. Dieser müßte, vermittelt des Wärmestoffs, den das electriche Fluidum hinzuführt, *Sauerstoffgas* erzeugen; und wenn man diese Reduction der Kalke durch electriche Funken lange genug fortsetzen könnte, um dadurch eine hinreichende Menge Luft zu bekommen und um sie gehörig untersuchen zu können, so würde sich unstreitig auch dieses *Sauerstoffgas* finden, und dann

diese Wiederherstellung der Metalle einen Beweis mehr abgeben, daß die Metalle bloß durch die Vereinigung des Sauerstoffs mit ihnen verkalkt werden. Aber sobald bei diesen Versuchen ein wenig Metallkalk reducirt ist, gehen die Funken durch das wiederhergestellte Metall, und wirken daher nicht mehr, oder doch nur sehr wenig, auf den Metallkalk und sind nicht mehr vermögend den Sauerstoff davon zu scheiden und Luft daraus zu bilden. Die Luft, welche zu Anfang dieser Versuche hervorgebracht wird, kann über dies nicht einmal als entstanden aus der Vereinigung des Wärmestoffs mit der Basis der Luft, welche aus den Kalken erzeugt wird, betrachtet werden: denn die Luft, die man anfangs erhält, ist sicher größtentheils nichts anderes, als Luft, die sich an die Metallkalke angesetzt hatte, ohne mit ihnen chemisch verbunden zu seyn. Und daher schreibt sich unstreitig der größte Theil der Luft, die ich aus den rothen und weißen Quecksilber-(Blei-?) Kalken erhielt.

Bemerkungen über große Batterien und die Art, sie zu entladen.

Nairne, der sich 1773 einer Batterie von fünfzig Quadratfuß Belegung bediente, bemerkte, daß, wenn er sie mit einem gewöhnlichen

entlader von geringer Länge entlud, häufig Gläser sprangen, daß er aber bei einem fünffüßigen entlader davor sicher seyn konnte. Er rath daher, dem Leiter, dessen man sich als Entlader bedient, wenigstens fünf Fuß Länge zu geben. Diese Länge reichte bei der 135füßigen Batterie, deren ich mich zuerst bei der Teylerschen Maschine bediente, zu, nicht aber bei der 225füßigen. Um die grose 550füßige von Cuthertson gebaute Batterie zu entladen, diente ein achtzehn Fuß langer Leiter: *) und selbst dieser war manchmal noch zu kurz; denn dreimal zerbrach eine Flasche der Batterie bei der Entladung, als der Entlader, der auf einem gläsernen Tische neben der Batterie steht, mit der Bleiplatte unter der Batterie durch einen dicken Kupferdraht verbunden wurde. Nahm ich aber statt des dicken Drahts mehrere dünne Metalldrähte, zierliche Körper, oder andere Leiter, in denen der electriche Strom mehr Widerstand fand, so zerbrach keine Flasche. Doch wird dadurch auch die Kraft des Schlags etwas vermindert.

Uebers dies muß der Entlader bei grosen Batterien den electriche Strom aus der Mitte der Batterie ableiten. Als ich ihn anfangs auf eine

*) *Annalen der Physik*, Stück I, S. 73.

der Kugeln am Ende der Batterie führte, ~~fiel~~ ^{sprang} bei jedem Entladen eine Flasche am andern ~~ent-~~ ^{ent-} fernsten Ende. Seitdem der Entlader in der Mitte auffällt, geschieht das nicht.

Herrn Brooks Bemerkung, daß belegte Flaschen gegen die Gefahr des Zersprengens gesichert sind, wenn man die Metallbelegung nicht unmittelbar auf das Glas, sondern zwischen beide Papier legt, fand Herr van Marum zwar bestätigt. Er ließ bei einigen Flaschen von einem Quadratzusse Belegung allein die äußere, bei andern die äußere und innere Belegung zugleich mit Papier unterlegen, und in beiden Fällen sprang die Flasche bei der stärksten Ladung nie. Aber eine große, außen mit dem stärksten Schreibepapier unterlegte Batterief Flasche, wurde nicht nur, dem Electrometer nach, langsamer als eine gewöhnliche, nicht mit Papier unterlegte, geladen, sondern auch, da beide Ladungen gleiche Intensität hatten, wurde ein Draht Nr. 2, den die Entladung der letztern Flasche bis zum Schmelzen glühend machte, durch die Entladung der mit Papier unterlegten Flasche nicht einmal roth. — Bei dünnerm Papiere nahm zwar die Kraft der Entladung zu, blieb aber immer schwächer, als bei den gewöhnlichen Flaschen ohne Papier. Um daher nicht die Kraft der Bat-

rie zu schwächen, nahm Herr van Marum bei den Flaschen keine Papierunterlage, und bei den vorhin erwähnten Vorichtsanstalten sind auch ihm keine Gläser gesprungen.

Bei einigen Versuchen mit Ladungen von sehr verschiedener Stärke bemerkte Herr van Marum, daß der Rückstand der Entladung einer Batterie bei einer partiellen Ladung grösser, als bei einer vollständigen Ladung sey. Der Rückstand einer Ladung von fünf Gr., schien ihm weimahl so groß zu seyn, als der bei einer Ladung von funfzehn Gr.

Erscheinungen an einer Glascheibe, welche auf einer Seite gerieben wird.

Da ich hoffte, aus diesen Erscheinungen einigen Aufschluß zu bekommen, wie Electricität durch Reibung erzeugt werde, so untersuchte ich sie im Februar 1790. Was ich bemerkte, läßt sich aus der Franklin'schen Theorie erklären, entsprach aber meinen Erwartungen nicht.

Die Erscheinungen sind an Stärke sehr verschieden, je nachdem der Theil des Leiters, der die Electricität aufnimmt, sie bloß von der geriebenen Seite der Scheibe, oder von der nicht-electrisirten Seite, oder von beiden Seiten zugleich empfängt.

I. Wenn der Conductor auf der entgegengesetzten Seite des Reibezeugs an der Glascheibe steht.

1. Wird in dieser Lage die Scheibe nur an Einer Seite gerieben, so zieht die andere, in den Theilen, welche dem Reibezeuge *AB*, Taf. VI, Fig. 1, und dem damit verbundenen Tafte *cdef* gegenüber liegen, die electriche Materie an. Dieses sieht man deutlich an den Strahlenbüscheln, die aus dem Finger oder einem andern Leiter ausgehen, wenn man sie an diese Stelle hält. Eine belegte Flasche, deren Kugel man dorthin bringt, wird im Innern negativ electrifirt.

2. Entfernt man sich von der Stelle, die dem Reibezeuge gegen über liegt, so wird die Anziehung electriche Materie immer schwächer, und hört in einer Linie *hi*, in einer bestimmten Entfernung vom Reibezeuge, ganz auf. Zwischen dieser Linie und dem einsaugenden Leiter *gg*, wird hingegen das, was man an die geriebene Seite der Scheibe hält, positiv electrifirt; und diese positive Electricität ist desto stärker, je mehr man sich dem einsaugenden Leiter nähert.

Die Entfernung der Linie *hi* vom Reibezeuge richtet sich nach dem größern oder mindern Zuflusse von electriche Materie nach der geriebenen Seite. Hält man z. B. an die nicht-gerie-

bene Seite, dem Reibezeuge gegen über, den Rand einer Metallplatte hin, welche schnell electriche Materie hinzuführt, so wird die nicht-geriebene Seite schon dicht beim Reibezeuge oder gleich jenseits der Metallplatte positiv electrifich. Findet sich dagegen kein guter Leiter dem Reibezeuge gegen über, so ist die Glascheibe bis auf eine kleine Entfernung vom einfaugenden Conductor negativ-electrifich. Und zwar erlangt in diesem letztern Falle die nicht-geriebene Seite eine sehr beträchtliche negative Electricität, welches nicht der Fall ist, wenn die einfaugenden Theile des Leiters an die geriebene Seite der Glascheibe, oder an beide Seiten zugleich anliegen.

3. Diese beträchtliche negative Electricität, welche die nicht-geriebene Seite annimmt, wenn der einfaugende Conductor auf der entgegengesetzten Seite steht, und dem Reibezeuge gegen über sich kein guter Leiter befindet, verursachte eine mir unerwartete und sehr sonderbare *Erscheinung*. Bei jeder dritten bis fünften Umdrehung der Glascheibe, ging aus dem Ende des Reibezeugs, welches über die Glascheibe hinaus stand, ein beträchtlicher Strahl heraus, und verbreitete sich in verschiedenen Aesten über die Stelle der nicht-geriebenen Seite, die dem Reibe-

Zeuge gegen über lag. Manchmal sprang auch ein beträchtlicher Funken aus einem der eintretenden Theile des Leiters nach dieser Seite hin. — Steht das Reibezeug nicht über die Glasplatte hervor, so zeigt sich das Phänomen doch auch, wenn man, dem Reibezeuge gegen über, an die nicht-geriebene Seite einen abgerundeten Leiter hält. — Die Zweige des Funkens zeigen sehr deutlich, daß er nicht aus der Glasplatte kommt, sondern nach jener Stelle hinfährt, und daß diese daher die electriche Materie sehr stark anzieht. Ich weiß nicht, daß jemand dieses schöne electriche Phänomen vor mir wahrgenommen hätte.

4. Jenseits des eintretenden Conductors zeigt die nicht-geriebene Seite gar keine Electricität, weder positive noch negative.

5. Sobald die Scheibe nicht mehr gedreht wird, zieht die ganze nicht-geriebene Seite electriche Materie an; sie ist folglich negativ-electrisch. Dagegen ist die geriebene Seite positiv-electrisch. Beide Electricitäten zeigen sich viel stärker, wenn man gute Leiter beiden Seiten nähert, wie das auch bei belegten Gläsern der Fall ist. — Daß die nicht-geriebene Seite die electriche Materie anzieht, sieht man auch sehr deutlich, wenn man eine belegte Flasche nahe an der

Conductor hält, doch so, daß sie ihn nicht berührt. Die electriche Materie verbreitet sich dann in Strahlenbüscheln aus dem Conductor, über die nicht-geriebene Seite.

6. Hält man an die eine Seite der Scheibe eine leitende Ebene mit der Hand, und berührt mit der andern die zweite Seite, so erhält man einen Schlag, wie von einer geladenen Flasche.

II. Liegen die einsaugenden Theile des Leiters auf der Seite des Reibezeugs, so ist die Anziehung, oder die negative Electricität der nicht-geriebenen Seite, dem Reibezeuge gegen über, viel schwächer als im vorigen Falle; und zwar ist sie in dem Augenblicke, da das Reiben anfängt, am stärksten, nimmt aber bald ab, und erreicht nie eine beträchtliche Gröfse. Die Linie *hi* fällt viel näher an das Reibezeug, *h* oft nur einen halben Zoll davon. Sonst ist Alles wie im erstern Falle. Eben so, wenn die einsaugenden Theile des Conductors an beiden Seiten der Glascheibe liegen; nur daß dann alle diese Erscheinungen viel schwächer sind.

III.

BEITRÄGE

zur Hygrometrie

von

M. A. F. LÜDICKE,

Lehrer der Mathematik an der churfürstlichen
Landesohle zu Meissen.I. Bemerkungen über den Mechanismus
des Saussürschen Hygrometers.

Da ich mich schon vor und in dem Jahre 1782 mit hygrometrischen Versuchen beschäftigt, und in dieser Absicht wiederholte Versuche mit ausgefotteten und breit gepressten *Federspulen*, mit sehr dünnen Längenschnitten von *Fischbein*, mit ausgefotteten *Pferdebaaren* und mit dünnen Längs- und Querschnitten von *Elfenbein* nach und nach und in dieser Ordnung angestellt, sie aber wegen der unsichern und zum Theil schädlichen Bestimmung des trocknen Punktes nach der *Lambert'schen Art* *) bei Seite gelegt hatte: so waren

*) *Lambert* in seiner *Hygrometrie*, (Augsburg 1774) giebt die Vorschrift, den Punkt der vollkommenen Trockenheit unter der Glocke einer Luftpumpe zu bestimmen, indem man sie zu wiederholten

2 *Saussürschen* Versuche für mich eine so angenehme Erscheinung, daß ich sehr bald dessen Hygrometer mit der Scheibe nachmachte. *) Weil es mir aber an einer hinlänglich hohen

Malen auspumpt. Allein, vermied man auch dabei die Hindernisse, die aus den Dämpfen unter der Glocke entstehen, so zeigt doch das Hygrometer alsdann nur den höchsten Punkt, bis auf welchen es sich überhaupt austrocknen läßt, nicht aber den Stand bei der höchsten Trockenheit der umgebenden Luft und der höchsten durch sie bewirkbaren Austrocknung. *Lambert* blieb indessen nicht bei dieser Methode: „Ich meines Theils“, sagt er in der Fortsetzung seiner Hygrometrie, (Augsburg 1775,) „habe mich begnügt, die äußersten Grade durch eine Reihe von Beobachtungen, die ich einige Jahre hindurch gemacht habe, zu bestimmen. Es giebt nämlich Tage im Jahre, welche die äußerste Trockenheit, andere, welche die größte Feuchtigkeit anzeigen, die Zwischengrade zeigen dann die grössere oder geringere Feuchtigkeit.“ So wird aber das Hygrometer sehr unzuverlässig und schwankend. *d. H.*

*) *Essai sur l'Hygrometrie par Mr. DE SAUSSÛRE*, Neufchatel 1783. 8. Uebersetzt von *Titius*, Leipzig 1784. Auch de *Lucs* Beurtheilung des *Saussürschen* Hygrometers in *GRENS Journal der Physik*, B. V, S. 372. Es besteht bekanntlich aus einem in mildem Mineralalkali gefotenen Menschenhaare, dessen Enden beide von Klöhchen, (Pincetten,) gehalten werden, das untere von ei-

Glasglocke fehlte; so konnte ich dem Haare nur eine Länge von sechs Zoll geben. Damit jedoch der Bogen auf der Scheibe, zwischen den beiden äußersten Punkten, durch diese Verkürzung nicht zu klein werden möchte, gab ich der Welle in dem Grunde der Schraubengänge einen kleinern Durchmesser als Saufsüre; er betrug 0,045

nem festen, das obere von einem doppelten beweglichen Klöbchen, dessen unteres Maul das Haar, dessen oberes hingegen einen sehr feinen Silberlahn faßt, der in einigen vertieften Windungen um eine Welle geschlagen, und in sie durch einen kleinen Keil befestigt ist. Ein leichter Zeiger steckt auf dem einen Zapfen der Welle und weist an der dahinter liegenden, in 360° getheilten Scheibe, den Zustand der Luft in Absicht der Feuchtigkeit. Um das Haar zu spannen, hängt an der Welle ein kleines Gegengewicht an einem Seidenfaden. Dieses wird heraufgezogen, wenn sich das Haar verkürzt, und sinkt und spannt das Haar, wenn dieses sich verlängert. Das Haar selbst läßt sich nicht wohl um die Welle schlagen, weil es sich sonst kräufelt, so daß das kleine Gegengewicht es nicht mehr straff anzuspannen vermag. Die Punkte der größten Feuchtigkeit und Trockniß werden unter einer Glasglocke bestimmt, die im ersten Falle mit Wasser besprengt und gesperrt, im zweiten auf ein stark erhitztes, mit Gewächssalkali bedecktes Blech gesetzt wird, und dieses giebt den Fundamentalabstand auf der Scheibe.

d. H.

pariser Zoll, mit dem Mikrometer gemessen, der im vorigen Stücke der Annalen beschrieben ist. *) Anstatt des silbernen Lahnens bei Sauffüre, bediente ich mich des feinsten Silberdrahtes; theils weil er mir weicher schien, theils weil man eine Schraube anwenden kann, bei welcher die Gänge in der Tiefe rund sind. Der Durchmesser des Silberdrahtes betrug 0,002, da hingegen einige Menschenhaare 0,001 bis 0,0015 Zoll im Durchmesser hielten. Der hinterste Zapfen war 0,0165, der vorderste aber 0,028 Zoll stark, weil dieser Zapfen den Weiser tragen mußte. Welle und Zapfen waren von Stahl gehörig fein gedreht und polirt; dessen ungeachtet war die Friction für das kleine Gewicht, welches das Haar ziehen sollte, zu groß.

Damit nun der vorderste Zapfen eben so fein als der hinterste werden konnte, änderte ich die Einrichtung dahin ab; daß der Weiser nicht auf den Zapfen, sondern auf die Welle gesteckt wurde. Zu diesem Ende ward vor der Scheibe ein besonderer Arm, welcher das vorderste Zapfenloch enthielt, so befestigt, daß der Weiser zwischen diesem Arme und der Scheibe sich frei bewegte. Nunmehr konnte der vordere Zapfen

*) *Annalen der Physik*, Stück 2, Aufsatz 2.

bis auf die Dicke von 0,016 Zoll abgedrückt werden.

Um die Grösse der Friction zu bestimmen, hing ich das Klöbchen, welches 12 As *) vermittelst des feinen Silberdrahtes in Schraubengänge und ein eben so großes Gegengewicht an die Welle an. Die Welle dem Weiser wogen 13 As, und ich fand, das Gewicht des Klöbchens bis auf 6 As erhöht werden konnte, ohne sich zu bewegen, daß es sich aber bei 6½ As zu bewegen an. Da nun diese 6 As beinahe 5 Gran geben, 3 bis 4 Gran zum Anziehen des Haares erforderlich werden, so folgt, daß das Gegengewicht u bis 9 Gran schwerer als das Klöbchen seyn muß und daß das Haar, wenn es sich ausdehnt, 3 bis 4 Gran, wenn es sich aber zusammenzieht von 8 bis 9 Gran angezogen werde. Es würde die Friction kleiner gewesen seyn, wenn ich Versuche mit noch neu polirten und mit verschiedenen Zapfen angestellt hätte; allein wäre nicht die Friction eines Instruments gewesen, welches der Feuchrigkeit und allen Veränderungen der Luft ausgesetzt ist.

Dieses Hygrometer fand ich jedoch ziemlich brauchbar, nachdem ich es mit einem ausgelastet

*) Ein Leipziger Pfund hält 9716 As.

ten Haare versehen, das kleine Gewicht um 8 Gran schwerer als das Klöbchen gemacht, und beide Punkte nach der Vorschrift bestimmt hatte; bemerkte aber dieselbe Unbequemlichkeit, welche Sauffüre §. 3 und 17 anführt, daß der Weiser nicht genau auf denselben Punkt kommt, wenn das Instrument bewegt worden, und daß es bei Bestimmung des feuchten Punktes ein wenig erschüttert werden muß. Diese Unbequemlichkeiten sind zum Theil der Steifheit des silbernen Lahnens oder Drahtes, und zum Theil der Friction zuzuschreiben; aber sie sind nicht die einzigen, welche von der Einrichtung des Instruments selbst hergeleitet werden müssen. Denn die Ausdehnungen der messingenen Säulchen, des silbernen Lahnens und der Klöbchen in der Wärme haben hierbei einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß.

Herr von Sauffüre fand, nach §. 27, an dem hierzu gebrauchten Hygrometer, wo die Rolle 3 Linien im Halbmesser hielt, daß sich der Weiser in einer Wärme von 22 Graden um einen halben Grad zurück bewegte, und schloß hieraus, daß sich das Haar um 0,02618 einer Linie ausdehnt habe. Wenn dieser Schluß vollkommen richtig seyn sollte, so müßte man voraussetzen können, daß an dem Instrumente kein Metall angebracht wäre, welches die Bewegung des Wei-

fers nach dieser Richtung hätte bewirken können. Nun ist es zwar sehr richtig, daß die Ausdehnung der messingenen Säulen dem Weiser eine entgegengesetzte Richtung mitgetheilt haben würde, weswegen Sauffüre sehr richtig, um die ganze Ausdehnung des Haars in der Wärme zu finden, diese Ausdehnung der Säulchen zur beobachteten Ausdehnung hinzurechnet; ob er gleich anstatt der Ausdehnung des Zinnes, die des Messings, welche nach Herbert auf 22 Grad *) Wärme 0,000473 und auf 1 Grad nur 0,000021 der Länge beträgt, hätte annehmen sollen. Allein die schädlichste Ausdehnung, welche nach der beobachteten Richtung eine Bewegung des Weisers veranlassen muß, hat Sauffüre übergangen; ich meine die Ausdehnung des Silberblättchens und der beiden Klöbchen.

Die Ausdehnung des Silbers nach Herbert beträgt auf 22 Grad Wärme 0,000519 der ganzen Länge. Wenn man nun annimmt, daß das Silberblättchen in der ganzen Länge nicht größer

*) Mit Herrn von Sauffüre nehme ich an, daß die Grade des Quecksilberthermometers! mit den Graden der Ausdehnung eines Metalls im Verhältnisse stehen; welches freilich, genau genommen, nicht richtig ist, aber so lange beibehalten werden muß, bis man dieses Verhältniß kennt. L.

gewesen sey, als daß es $1\frac{1}{2}$ Schraubengang hätte einnehmen können, wiewohl man, nach der Figur zu urtheilen, mehr annehmen muß: so wird die Länge des Silberblättchens für den Halbmesser von 3 Linien 28,26 Linien betragen, welche auf 22 Grad Wärme, die Ausdehnung von 0,01466 einer Linie geben. Die beiden Klöbchen, deren Länge man, nebst der Schraube des untern, füglich 14 Linien setzen kann, dehnen sich nach Herbert in dieser Wärme um 0,00662 einer Linie aus, und beide Ausdehnungen zusammen genommen geben die Ausdehnung von 0,02128 einer Linie, welche von der beobachteten Ausdehnung nur um 0,0049 einer Linie abweicht. Aber dieser Unterschied ist so klein, daß er noch nicht $\frac{1}{100}$ eines Grades auf der Scheibe giebt, und also nicht bemerkt werden konnte.

Hieraus glaube ich ziemlich sicher schließen zu dürfen, daß die Ausdehnung des Silberblättchens und der Klöbchen das Zurückgehen des Weisers um einen halben Grad veranlaßt habe, und daß die Ausdehnung des trockenen Haares, von der des Messings wenig, oder wenigstens bei diesem Instrumente nicht merklich verschieden seyn könne. Hätte daher Sauffüre die Anbringung des Silberblättchens vermieden und das unterste Klöbchen so anbringen lassen, daß dessen Ausdehnung

auf den Weiser keinen Einfluss hätte; so würden höchst wahrscheinlich nur noch diejenigen Unterschiede übrig geblieben seyn, um welche die Wärme auf ein feuchtes Haar mehr Einfluss als auf ein trockenes hat, wenn nicht vielleicht auch diese Unterschiede, der Vergrößerung des Durchmessers der Welle durch die Wärme, und dem stärkern und schwächern Aufliegen des Blättchens auf der Welle, zugeschrieben werden müssen.

2. Beschreibung eines neuen Mechanismus für Haar-Hygrometer.

Um zuvörderst die Friction, hiernächst aber auch die Veränderungen, welche die Metalle bei abwechselnder Temperatur verursachen, von diesem Instrumente zu entfernen, gab ich meinem Werkzeuge die Einrichtung, wie sie Tafel V, Fig. 1 und Fig. 2, in der Hälfte der wahren GröÙe vorgestellt ist.

Die erste Figur stellt die vordere Ansicht des Instruments und die zweite Figur den Seitendurchschnitt desselben vor. $p q$, Fig. 1, ist die vordere und $q v$, Fig. 2, die Seitenfläche eines viereckigen messingenen Rahmens, welcher den Fuß desselben ausmacht. An die vordere Wand ist der messingene Gradbogen $n o$, welcher einen

Bogen von 60 Graden enthält, angeschraubt. An die hintere Wand des Rahmens ist der untere Theil der schmalen Schieferplatte *abwx*, Fig. 1, angeschraubt, welche die hintere Wand des Werkzeuges ausmacht, und bei *m* einen Einschnitt hat, in welchem das Klöbchen *m*, welches das untere Ende des Haars festhält, herauf- und heruntergeschoben, und vermittelst der Schraube *u*, Fig. 2, festgestellt werden kann. An den obern Theil der Schieferplatte, auf der vordern Seite, ist das starke messingene Blech *abcd*, Fig. 1, angeschraubt, welches den Träger der beweglichen Theile festhält, der bei *ir*, Fig. 2, sichtbar ist. An die hintere Seite ist mit eben denselben Schrauben das Blech *rs*, Fig. 2, befestigt, welches das Ohr zum Aufhängen des Instruments enthält. Diese Schrauben, von denen eine bei *n*, Fig. 2, sichtbar ist, befinden sich in der Horizontalfläche, in welcher sich die untersten Theile des Trägers enden.

Der bewegliche Theil dieses Werkzeugs hat die Gestalt einer Wage; man sieht ihn in Fig. 2, bei *ghαεβγ* am deutlichsten. *gh* ist ein heruntergehender Weiser, welcher auf das vordere Ende der Welle über einer Vierkante festgeschraubt, und so abgewogen worden ist, daß dessen Schwerpunkt in die Achse der Welle fällt. Er ist daher oben bei *g* hinlänglich stark gemacht. Die aus-

hier wenig schadet, und dessen Ausdehnung bei 22 Grad Wärme nur 0,00002 eines Zolles beträgt. Um so viel kann sich das Haar auf den abgerundeten Theil des Klöbchens an der Welle winden, wo der Halbmesser $\frac{1}{2}$ Zoll ist. Hieraus folgt, daß der daraus entstehende Fehler für den ganzen Gradbogen noch nicht 0,01 Grad betragen würde.

Diese Befestigungsart des Hebels ist hier sehr nöthig, weil man nicht eine Wage verlangt, welche, ehe das Haar aufgezogen worden, einspielt, sondern die bei dem kleinsten Gewichte umschlägt. Um aber diese Art von Wage gehörig einzurichten, wird sie, nachdem man die Arme des Hebels und den ganzen Hebel mit dem Weiser gleich schwer gemacht hat, dahin gebracht, daß der Weiser auf den mittlern Grad einspielt, wobei das Bleiloth zugleich in Betrachtung gezogen wird. Wenn dieses geschehen, werden die Arme des Hebels mäßig und auf beiden Seiten gleich in die Höhe gebogen. Die Richtigkeit der Arbeit erkennt man, wenn auf beiden Seiten der Ausschlag gleich groß ist. Auf diese Art kann man es dahin bringen, daß $\frac{1}{4}$ As, und noch weniger, den Weiser durch den halben Bogen treibt, oder auch die Wage ganz umschlägt. Solchemnach hat man eine Art von Wage, bei welcher der Weiser von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ As, und weniger,

durch den ganzen Bogen geführt, und wo also das Haar bei dem Zusammenziehen sehr nahe von demselben Gewichte, als bei dem Ausdehnen angezogen wird.

Das untere Ende des Haares ist mit Vorsicht an ein solches Klöbchen befestigt, daß dessen Ausdehnung, welche hier horizontal geschieht, auf das Haar keinen Einfluß haben kann. Dem Gradbogen habe ich zwar, um ihn bequem theilen zu können, 60 Grade gegeben; allein es sind bei diesem Halbmesser von 6 Zoll schon 40 Grade vollkommen hinreichend, da die Scale alsdann über 4 Zoll lang ist. Ein zu großer Bogen würde dem Haare an dem obern Befestigungspunkte bei dem Klöbchen schädlich seyn. Wolte man aber dennoch einen größern Raum zwischen den beiden äußersten Punkten haben, so dürfte man nur den Halbmesser des Bogens und die Höhe des Instruments größer machen. Ein Halbmesser von 8 Zoll würde bei dem Bogen von 40 Graden $5\frac{1}{2}$ Zoll Bewegungsraum geben, den man mit Sauerstoff in 100 Theile theilen kann.

Wenn man hier ein ausgelaugtes Menschenhaar anwendet und die Bewegung bei diesem Instrumente mit der an dem Sauerstoffschen vergleicht, so wird man sehr bald gewahr werden,

daß hier die Bewegung flüchtiger und gleichförmiger bey dem Vor- und Rückwärtsgehen sey, und daß Erschütterungen keine Veränderungen in Graden hervorbringen. Da man auch aus dem Vorhergehenden gesehen hat, daß die Ausdehnung des trockenen Haares in der Wärme, der Ausdehnung des Messings sehr nahe kommt: so würde man in diesem Falle anstatt der Schieferplatte eine Messingplatte erwählen können. Bei einem Instrumente, welches für mehrere Körper brauchbar seyn sollte, war es hingegen am sichersten, einen Stein zu erwählen.

• Es läßt sich aber auch dieses Werkzeug sehr gut auf *Fischbein* - und *Elfenbeinstreifen* anwenden, wenn der mittlere Theil der Welle eine andere Einrichtung erhält, und der Querschnitt der Welle, Fig. 3, in den Querschnitt Fig. 4 umgeändert wird. Hier ist *efg* der Querschnitt des mittlern Theiles der Welle; *cd* die horizontale und *ab* die vertikale Durchschnittsfläche der Achse der Welle. In dem Punkte *b* ist ein feiner Stählerner Stift, von der Stärke einer mittelmäßigen starken Nähnadel befestigt, welcher mit der Achse parallel ist, und in deren Horizontalfläche liegt. Dieser Stift geht durch die feine Oeffnung des Fischbein- oder Elfenbeinstreifens *hk*. Das untere Ende des Streifens ist ebenfalls vermittelt

eines solchen Stiftes, der sich an dem untern Arme befindet, befestigt. Die Schwere des Gewichts hängt hier von der Stärke der Streifen ab, unter welchen die Fischbeinstreifen am dünnsten und feinsten gemacht werden können.

Wenn man bei diesem Werkzeuge anstatt des Haares einen *messingenen Saitendraht*, oder anstatt der Elfenbein- oder Fischbeinstreifen einen an beiden Enden mit Oeffnungen versehenen Messingdraht anwendet, so hat man ein *Metallthermometer*, welches auf diese Art sehr empfindlich gemacht werden kann. Alsdann aber würde man wohl thun, den Hebel wieder auf Zapfen ruhen zu lassen, da hier die Friction von der sehr ansehnlichen Ausdehnungs- und Zusammenziehungskraft der Metalle und dem schwerern Gewichte sehr übertroffen und leicht überwunden wird.

3. Beschreibung eines Mechanismus für das Lowitzische Hygrometer, *)

Da man bei diesem Hygrometer eine sehr leichte Wage haben muß, welche genau einspielt, so

*) S. Götting. Magazin der Wiss. und Litteratur, 3tes Jahr, IV. Stück, Nr. 2, und Gehlers physikal. Wörterbuch. Tobias Lowitz, der seinen Vater,

kann die vorübergehende Einrichtung nicht gebräucht werden, weil der Weiser bei derselben, vor der Befestigung des Haars, unsicher hin- und herschwankt und bei einem kleinen Ueberge-

den bekannten Nürnberger Geographen und Astronomen, auf seinen Reisen, die er als russischer Akademiker nach dem Astrachanschen unternommen hatte, fand im Jahre 1772 zu Dinitrieffsk am Ufer der Wolga, einen dünnen bläulichen Schiefer, welcher die Feuchtigkeit ungemein stark anzog, aber eben so leicht wieder verdunsten ließ. Ein Täfelchen von solchem Schiefer wog glühend 175, völlig mit Wasser gesättigt, 247 Gran, hatte also von der vollkommenen Trockenheit bis zum Punkte der völligen Nässe 72 Gran Wasser angenommen. Der ältere Lowitz brachte eine runde dünne Scheibe von diesem Steine an den einen Arm einer empfindlichen Wage an, die an ein Bret befestigt war, und hing an den andern Arm eine Kette von Silberdraht, deren Ende an einen Schieber befestigt war, welcher sich in einem Falze an der Seite des Brets höher und niedriger stellen ließ. Er bestimmte durch Proben den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewichte war, und wenn sie zehn Gran Uebergewicht hatte, theilte den Raum zwischen diesen Standpunkten in zehn gleiche Theile, und trug solcher Theile mehr, so weit es nöthig war, auf. Ward nun an den einen Arm dieser Wage der Stein, an den andern ein Gewicht gehangen, das dem Gewichte des ganz trockenen Steins gleich kam, so zeigte der Schieber das Uebergewicht des Steins in Granen an, wenn er mit dem Ketten-

wichte umschlägt. Wollte man aber jene Art von Wage zum Einspielen bringen; so würde der für diese leichte Wage viel zu groſſe Weiser dieselbe ſchwerer und weniger empfindlich machen. Wollte man hingegen eine Wage mit einem in die Höhe gehenden Weiser hierzu erwählen; so müſſte man, um die Grade ſo viel als möglich gleich zu machen, dem Weiser ſein Gegengewicht unter dem Ruhepunkte in ſeiner verlängerten Richtung, und zwar mit einer Genauigkeit geben, welche der Feinheit dieſer Wage angemessen wäre. Man würde daher auf dieſe Art bei aller angewendeten Sorgfalt nichts gewinnen, ſondern die kleine Wage nur ſchwerer machen. Hingegen wird ein leichter und flüchtiger Wagealken, bei welchem der eine Arm die Stelle des Weisers vertritt, dieſe Abſicht am beſten erfüllen. Die äüſſerſten Grade werden zwar ebenfalls etwas kleiner ſeyn, als die mittlern; aber dieſer kleine Fehler wird unmerklich und alſo unſchädlich werden, wenn man den Schwerpunkt der ganzen Wage dem Ruhepunkte äüſſerſt nahe gebracht hat.

ſo geſtellt ward, daſſ die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein am Schieber angebrachter Vernier zeigte noch Zehntheile eines Grans. Lowitz hat dieſen Thonſchiefer nirgends anders finden können. d.H.

Um daher den kleinen Wagebalken für dieses Hygrometer so leicht und flüchtig, als möglich, zu machen, und die Friction zu entfernen, habe ich folgende Einrichtung erwählt, wie sie in der 5ten und 6ten Figur in der Hälfte ihrer Größe vorgestellt ist. Die 5te Figur stellt die Ansicht des Wagebalkens von oben herunter, und *ac* in der 6ten Figur stellt die Seitenansicht desselben vor. Dieser kleine Wagebalken, Fig. 5, welcher die Gestalt eines Kreuzes hat, ist von hartgeschlagenem Messing, in der Stärke einer mittelmäßig starken Stricknadel gearbeitet. In dem Querstücke *de* befinden sich bei *d* und *e* feine Einschnitte, durch welche, von unten herauf, zwei feine Fäden seidenen Garnes in die Höhe gehen, um ihn vermittelst derselben aufzuhängen. In den Punkten *a* und *b* hat derselbe sehr feine Löcher, durch welche eben dergleichen feine Fäden herunter gehen, um den Stein und das Gewicht daran aufzuhängen. Bei *c* endigt er sich in eine feine Spitze, welche den Weiser macht.

Die 6te Figur zeigt die vordere Ansicht des kleinen Instruments. Bei *no* sieht man die vordere Wand eines messingenen viereckigen Rahmens, welcher zum Fuße des Instruments dient. Die vordere oder hintere Wand ist $5\frac{1}{2}$ dresdner Zoll, und jede Seitenwand ist $1\frac{1}{2}$ Zoll lang. An

die hintere Wand desselben ist der von starkem Messingblech gefertigte Winkel rst befestigt, welcher die Rückwand des Instruments ausmacht. Auf dieser Rückwand senkrecht, steht bei h ein ähnlicher Träger, wie Fig. 2, bei it , welcher aus einer Schraubenzwinge mit zwei Schrauben von $1\frac{1}{4}$ Zoll Länge besteht, um die Fäden zu halten, an welchen der Wagebalken hängt. Das Maul dieser Zwinge befindet sich in der Vertikalfläche, und die unterste Kante oder die Lippen derselben in der Horizontalfläche der Aufhängungspunkte. Die Fäden zwischen der Zwinge und dem Wagebalken sind $1\frac{1}{6}$ dresdner Zoll lang.

Der Wagebalken ac trägt bei a den Stein f , und bei b das Gegengewicht g , welches jedoch nur einen Theil des Gegengewichts enthält; den andern Theil des Gegengewichts giebt der Weiser bc . Der astrachansche Schiefer ist bei diesem Instrumente $\frac{7}{8}$ Zoll breit, und dessen größte Länge beträgt $1\frac{3}{8}$ dresdner Zoll. Um ihn desto empfindlicher zu machen, beträgt dessen Dicke nur $0,03$ dresdner Zoll. Er hat also beinahe die doppelte Stärke einer feinen französischen Spielkarte. Der Stein sowohl, als das Gewicht, ist mit feinen Drahtöhrchen an die Fäden angehängt, damit man diese Stücke während des Justirens des Lygrometers leicht abnehmen kann.

Bei *q p* sieht man den Gradbogen, welcher 600 Grade enthält. Er ist um so viel vorgerrückt, daß der Weiser *c* sehr nahe an demselben, ohne jedoch anzutreffen, vorbeistreicht. Bei *i m* befindet sich ein Bleiloth, welches mit der Spitze auf einem Merkmale in der Nähe der hintern Wand des Rahmens einspielt, wenn das ganze Instrument horizontal steht. Damit aber das Bleiloth, wenn man das Instrument fortträgt, nicht zu weit ausschlagen und der Wage nachtheilig werden könne, ist bei *k l* ein Blech mit einer hinlänglich grossen Oeffnung angeschraubt, in welcher sich der Faden des Bleiloths nur so viel bewegen kann, als zur Bemerkung des Einspiels erforderlich ist. Die grosse Oeffnung befindet sich in der Vertikallinie, welche durch den Schwerpunkt des ganzen Instruments geht, und diener, um dasselbe an einen Nagel aufzuhängen.

Bei dieser kleinen Wage habe ich ebenfalls an der Stelle der Zapfen, zum Aufhängen desselben, kurze Fäden von feinem seidenen Garne erwählt, damit der Wagebalken so leicht, als möglich, werden konnte und die Friction verhütet wurde. Der feinste Silberdraht schien mir hierzu schon zu wenig Biegsamkeit zu haben. Man darf jedoch nicht befürchten, daß die hygrometrische Eigen-

chaft der Seide hier nachtheilig seyn werde. Sie ist zuverlässig geringer, als die des ausgelaugten Menschenhaares, welches sich nach Sauffüre von der größten Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit höchstens um 0,025 seiner Länge ausdehnt. Da nun diese Fäden nur $\frac{1}{2}$ dresdner Zoll lang sind, so würde deren Ausdehnung bei Anwendung der Menschenhaare 0,00156 dresdner Zoll betragen, und der Ruhepunkt würde um so viel herunterrücken. Dieser kleine Fehler aber würde, da beinahe 16 Grade des Gradbogens auf einen Zoll gehen, nur wenig über 0,02 Grad betragen, und daher viel zu klein seyn, da man nur noch 0,25 Grad schätzen kann. Man sieht auch hieraus, daß man, ohne einen Nachtheil zu befürchten, sehr wohl unausgelaugte Menschenhaare zum Aufhängen des Wagebalkens erwählen könnte, wenn man sie etwa hierzu brauchbarer und dauerhafter finden sollte.

Die Flüchtigkeit meiner auf diese Art eingerechneten Wage läßt sich daraus beurtheilen, daß der Weiser um 34 Grade ausschlägt, wenn man einen Stein mit einem As beschwert hat.

In Ansehung der bei diesem Hygrometer gewöhnlichen Bestimmung des trockenen und feuchten Punktes, muß ich noch einige Schwierigkeiten erwähnen, welche mich davon abzuge-

hen veranlaßt haben. Um den trockenen Punkt zu bestimmen, habe ich den Stein, nachdem er in dem Sonnenscheine ausgetrocknet war, auf ein Blech gelegt, und so nach und nach über einem Kohlf Feuer heiß gemacht. Dieser nach und nach erfolgten Erwärmung ungeachtet, ging mir dennoch ein Stein wegen erhaltener Risse verloren, ob er gleich noch einmahl so stark, als der Stein dieses beschriebenen Hygrometers war. Die Bestimmung des feuchten Punktes durch Eintauchen in Wasser halte ich bei einem so dünn gearbeiteten Steine für nicht weniger gefährlich. Wenn ein Stück von diesem Steine einige Stunden im Wasser liegt, wird es ganz aufgeweicht und zerfällt in ein Pulver. Es ist daher leicht möglich, daß das Wasser einige Steintheile an den Ecken auch während der kurzen Zeit, als er in das Wasser gehalten wird, aufweichen und abspülen, den Bewegungsraum an dem Gradbogen aber kleiner machen könne. Diesem Umstande glaube ich die Verminderung der Schwere meines ersten Steines bei wiederholter Bestimmung der festen Punkte zuschreiben zu müssen. Da man hiernächst bis jetzt noch nicht weiß, ob der durch Eintauchung erhaltene feuchte Punkt mit einem gewissen, zum Beispiele dem mittlern, Grade der Luftfeuchtigkeit in einem beständigen oder

veränderlichen Verhältnisse stehe, und wenn es veränderlich ist, nach welchem Gesetze sich diese Veränderlichkeit richte: so glaube ich, man werde den natürlichsten und sichersten Weg erwählen, wenn man, um die Feuchtigkeit der Luft zu messen, die Feuchtigkeit der Luft selbst zu Bestimmung des feuchten Punktes anwendet.

Diese Bedenklichkeiten haben mich veranlaßt, auch bei diesem Hygrometer die zwar etwas mühsame, aber, wie es mir scheint, der Natur sehr angemessene Sauffürsche Bestimmungsart der festen Punkte zu gebrauchen. Den trockenen Punkt habe ich unter der Glocke der Luftpumpe bei einer Verdünnung von 22 bis 24 Zoll des Barometers bestimmt. Die Glocke war mit dem von Sauffüre vorgeschlagenen Wachse, das aus vier Theilen Wachs, zwei Theilen Harz und einem Theile Baumöhl besteht, verstrichen. Zur Austrocknung bediente ich mich des ausgeglühten Weinsteinalkali, das ich in kleinen Papierkästchen in verschiedenen Höhen unter der Glocke aufstellte. Mehr als drei kleine Kästchen habe ich niemals nöthig gehabt. Unter dieser Vorrichtung habe ich das Hygrometer gemeinlich einen Tag oder eine Nacht hindurch stehen lassen, und stets gefunden, daß eine längere Zeit keinen höhern Grad der Trockenheit bewirken

konnte. Ich muß überhaupt bemerken, daß sich beide Punkte auf diese Art bei dem Steinhygrometer viel leichter und sicherer, als bei dem Haarhygrometer bestimmen lassen, da die Wärme und Kälte auf den Stein selbst keinen, oder wenigstens keinen merkbaren Einfluß hat, derselbe auch die Feuchtigkeit sehr schnell annimmt und verliert, wenn er sehr dünn gearbeitet ist.

Der Bewegungsraum bei diesem Hygrometer beträgt 46 Grad. Da nun der Weiser um 34 Grade ausschlägt, wenn man den Stein mit 1 As beschwert, so enthält derselbe bei der höchsten Feuchtigkeit der Luft $1\frac{1}{3}$ As Feuchtigkeit.

4. *Vergleichung des Steinhygrometers mit dem Haarhygrometer.*

Es ist leicht vor auszusehen, daß beide Hygrometer sehr verschieden in ihrem Gange seyn müssen. Die Feuchtigkeit, welche bei dem Steinhygrometer von dem Steine eingesogen wird und denselben schwerer macht, erweicht bei dem Haarhygrometer die Fasern des Haares und macht es dehnbarer. Es ist daher bei dem letztern die Elasticität der Fasern vorzüglich wirksam, auf welche, wie bei vielen Körpern, so auch hier, Wärme und Kälte sehr großen Einfluß haben. Die

Wärme bringt auf das Haar, nach Saussüre, *) dreierlei Wirkungen hervor. Erstlich werden die Wassertheilchen, welche das Haar aufgenommen hat, verflüchtigt und das Haar zieht sich zusammen; zweitens wird das Haar pyrometrisch ausgedehnt; und drittens wird es bei höhern Graden der Feuchtigkeit von einem Grade Wärme mehr ausgedehnt, als bei geringerer Feuchtigkeit. Von diesen drei Wirkungen der Wärme bleibt für den Stein nur die einzige übrig: daß nämlich die in dem Steine enthaltene Feuchtigkeit verflüchtigt wird. Hieraus läßt sich also sehr leicht schliessen, daß das Haarhygrometer, theils wegen der beiden übrigen Wirkungen der Wärme, theils wegen der nicht unwahrscheinlichen Veränderlichkeit der Elasticität, mit dem Steinhygrometer nicht übereinstimmend seyn könne. Dessen ungeachtet habe ich, um den Gang beider zu beurtheilen, einige Vergleichen angestellt.

Um dieses zu bewerkstelligen, habe ich die festen Punkte beider Hygrometer auf einerlei Art nach der Saussürischen Vorschrift, und die Punkte des Haarhygrometers bei 19 Graden nach Reaumur bestimmt. Der Weiser des Stein-

*) Versuch über die Hygrometrie, §. 26 und §. 90 bis §. 94. L.

hygrometers beschrieb zwischen den beiden äußersten Punkten einen Bogen von 46 Graden, dessen Sehne ungefähr $2\frac{1}{2}$ dresdner Zoll enthielt; der Bewegungsraum des Haarhygrometers enthielt $38\frac{1}{2}$ Grad, und dessen Sehne ungefähr 4 Zoll. Diese Grade ihres Bewegungsraumes habe ich in Grade einer hunderttheiligen Gradleiter verwandelt, den Punkt der Trockenheit mit 0 und den Punkt der Feuchtigkeit mit 100 bezeichnet. Die Decimalbrüche in folgenden kleinen Tafeln sind nicht genau anzunehmen, da ich nur mit Mühe $\frac{1}{2}$ der wirklichen Grade des Gradbogens schätzen konnte. Beide Hygrometer hängen, nebst einem Réaumur'schen Quecksilberthermometer, nahe neben einander innerhalb der Stube, an einem Fenster, in ihren Gehäusen. Dieses Fenster ward sters zugehalten, um schnell abwechselnde Luftströme zu entfernen; hingegen stand ein anderes Fenster offen, welches keinen Luftzug veranlaßte.

Erste Tafel.

Thermometer.	Steinhygrometer.	Haarhygrometer.	Unterschied.
19	35,8	70,9	35,1
20	35,8	69,9	34,1
21	33,4	66,4	33,0
21,6	32,6	65,9	33,3
22,5	31,5	62,8	31,3
23	30,1	59,6	29,5
23	29,3	58,7	29,4

Diese Beobachtungen sind an einem heitern Sommertage gemacht worden. Ich habe sie erwählt, um den grossen Unterschied von 35 Graden bemerklich zu machen, welchen man bei dieser ersten Beobachtung sieht, wo das Thermometer eben die Wärme anzeigt, als ich bei Bestimmung der beiden äussersten Punkte gehabt habe. Da nun dieser Unterschied von 35 Theilen, auf den Gradbogen reducirt, 13,5 Grad geben, und der Halbmesser der Achse an dem Orte des Haares $\frac{1}{2}$ dresdner Zoll beträgt, so würde sich das Haar in dieser Wärme um 0,004 dresdner Zoll, oder bei 6 Zoll Länge um 0,024 seiner Länge, bei 35,8 Feuchtigkeitsgraden mehr ausgedehnt haben, als die Vergleichung erfordert, wenn man diese Abweichung bloß der Wärme zuschreiben wollte. Allein es ist auch nicht unwahrscheinlich, und der etwas langsamere Gang des Haarhygrometers auf den trockenen Punkt sowohl, als andere Beobachtungen, scheinen es zu bestätigen, daß das Haar die Feuchtigkeitsgrade langsamer verlässe, als der Stein.

Eine andere und entgegengesetzte Wirkung der Wärme auf das Haar, welche auch Saufüre bemerkt, nämlich die stärkere Abdunstung bei höhern Wärmegraden, wird ebenfalls aus dieser Tafel sehr deutlich. Die beiden zuerst ange-

führten Beobachtungen zeigen, daß 1 Grad Wärme bei dem Haare 1 Grad Trockenheit oder Abdunstung bewirkt habe, indess der Stein keine Veränderung zeigte. Alle Unterschiede dieser angeführten und meiner übrigen Beobachtungen scheinen hiernächst zu verrathen, daß noch eine andere veränderliche Eigenschaft des Haares, vielleicht die Elasticität der Fasern, in Betrachtung gezogen werden müsse.

Zweite Tafel.

Thermometer.	Steinhygrometer.	Haarhygrometer.	Unterschied.
21	33,4	66,4	33,0
21	29,3	61,6	32,3
21	30,4	69,0	38,6

Bei diesen an verschiedenen Tagen aus meinen Tafeln ausgezogenen Beobachtungen ist der letzte Unterschied, 38,6, sehr auffallend. Er hätte nach den beiden vorhergehenden nicht viel über 32,3 betragen sollen. Die Ursache dieser Abweichung scheint mir jedoch darin zu liegen, daß es in der Nacht vor dem Tage der letztern Beobachtung stark geregnet hatte, und die Luft in den ersten Frühstunden noch sehr feucht gewesen war. Es wird daher diese Abweichung wohl der spätern Austrocknung des Haares zugeschrieben werden müssen.

Mehrere Beobachtungen auszuziehen, halte ich für überflüssig, da ich bloß die beträchtlichen Unterschiede habe bemerklich machen wollen, welche das Haarhygrometer in Vergleichung mit dem Steinhygrometer giebt. Diese Unterschiede sind zwar bei meinem Hygrometer, wegen der hygrometrischen Ausdehnung des Haares, welche hier durch keine entgegengesetzte Ausdehnung eines Metalles vermindert wird, größer, als sie bei der Sauffürschen Einrichtung gewesen seyn würden: dessen ungeachtet erhellt selbst aus den Sauffürschen Correctionstafeln, §. 90, daß die von der Wärme verursachten Unterschiede bei mehrern Graden beträchtlich sind. So giebt in dem von ihm §. 91 angeführten Beispiele, ein Unterschied von 8 Graden in der Wärme, einen Unterschied von 20 Graden in der Feuchtigkeit der Luft.

Wenn jedoch diese Unterschiede, welche die Wärme hervorbringt, die einzigen Abweichungen von dem wahren Grade der Feuchtigkeit wären; so würde ihre Größe der Brauchbarkeit des Haarhygrometers nicht nachtheilig werden, sobald sie vermittelst des Thermometers und einer Correctionstafel bei allen dergleichen Hygrometern hinlänglich genau bestimmt werden könnten. So wie aber die erstere Voraussetzung in Zweifel gezogen

Feuchtigkeit, entweder sogleich aus dem beobachteten Grade desselben, oder erst vermittelt einer Correctionstafel bestimmen könne? Der Beantwortung dieser Fragen werde ich in diesem Winter einige meiner Nebenstunden widmen, die mir zur Erholung übrig bleiben.

Z U S A T Z.

Hochheimers Vorschlag eines Glashygrometers.)*

Herr H. C. Hochheimer glaubt bemerkt zu haben, daß das *Lowitzsche Hygrometer* die einmal angezogene Feuchtigkeit nicht in dem Maasse wieder von sich giebt, als die Atmosphäre trockener wird; daß es folglich bisweilen sehr trügerisch seyn und Feuchtigkeit angeben kann, wo es auf schon wieder erfolgte Trockenheit der Luft deuten sollte. Deshalb schlägt er folgende Einrichtung zu einem verbesserten Hygrometer vor:

Man nehme ein vierkantiges Stahlstäbchen, ungefähr zwei Linien dick und zehn bis zwölf Zoll lang, und aptire solches zu einer Art von Schnellwage, so daß der eine Arm sich in eine Schraube endigt. In diese wird eine Bleikugel von schicklicher Größe, statt des sonst gewöhnlichen Aufhängegewichts eingeschraubt.

An den andern Arm der Wage hänge man eine auf beiden Seiten matt geschliffene Glastafel, die ungefähr zehn Zoll lang und sieben Zoll breit seyn kann, nachdem

*) Aus den Leipziger Oekonom. Heften, B. VIII, Heft 5, 1798.

em man sie zuvor durch Reiben mit warmer Asche von aller Feuchtigkeit befreiet hat, und bringt sie durch Auf- oder Abschrauben der Bleikugel ins Gleichgewicht. Den Ort, bis zu welchem die Bleikugel eingeschraubt ist, bezeichne man auf das genaueste, als den Stand der größten Trockenheit.

Darauf nehme man die Glastafel wieder ab, tauche sie über und über in Wasser, lasse ihr einen Schwung, daß die Tropfen davon ablaufen und wische diese unten vom Rande ab. So angefeuchtet bringe man sie wieder an die Wage, und stelle diese vermittlest des Drehens der Bleikugel wiederum ins Gleichgewicht. Man bezeichnet hier ebenfalls den Ort, wo die Bleikugel steht, als den höchsten Grad der Feuchtigkeit.

Diese Wage hänge man alsdann in einem Kästchen von trockenem Holze auf, welches geräumig genug ist, als die Glastafel darin auf- und abgehen kann. Der Deckel des Kästchens wird so weit und nicht weiter ausgeschnitten, als daß die Zunge der Wage sich gerade frey hin und her bewegen kann. Der Zunge parallel bringt man einen Gradbogen an und theilt ihn, von der höchsten Trockenheit an, bis zur höchsten Feuchtigkeit in eine beliebige Anzahl von Graden ein. Auf allen vier Seiten ist das Kästchen zum Durchzuge der Luft mit einigen kleinen Löchern versehen. Auch ist sich die Zunge an dem einen Arme, und der Gradbogen an der Seite des Kästchens anbringen.

So weit Herrn Hochheimers Vorschläge. Soll die Feuchtigkeit, die aus der Luft sich auf die matt gewonnene Asche niederschlägt, beobachtet werden, so
Annal. d. Physik. 1. B. 3. St.

schliffene Glasplatte legt, einen merklichen Ausschlag geben, so muß die Glasplatte in einem beträchtlich größern Abstände als die Bleikugel vom Ruhepunkte hängen, und die Glasplatte ist dann in eben dem Verhältnisse kleiner, als ohne dies. Wäre dieses nicht der Fall, so würde das Instrument, höchst wahrscheinlich auch als Manometer wirken, und nicht bloß, wenn die Feuchtigkeit, sondern auch wenn die Dichtigkeit der Luft geändert wird, einen Ausschlag geben; doch wäre es der Mühe werth, Beobachtungen darüber anzustellen, ob das nicht in der That bei diesem Glas- und dem Lowitzischen Steinhygrometer der Fall ist, und ob nicht manche von den Abweichungen, die Herr Löffliche zwischen dem Haar- und Steinhygrometer wahrnahm, sich hieraus erklären lassen.

IV.

Ü b e r

EIN MERKWÜRDIGES PHÄNOMEN
n d e r M e t e o r o l o g i e,

von

Herrn VON SAUSSÜRE,

Professur zu Genf. *)

Als mein Hygrometer zu der Vollkommenheit gelangt war, daß sich ihrer mehrere mit einander vergleichen ließen, und daß es empfindlich genug war, um die Veränderungen der Atmosphäre augenblicklich anzuzeigen; hoffte ich die Veränderungen des Wetters damit vorherzusagen zu können. Ich erwartete, daß es bei herannahendem schönem Wetter, auf Trocken, und bei bevorstehendem nassem Wetter, auf Feucht zeigen würde: und gewöhnlich geschieht es auch, daß es auf Trocken zeigt, wenn Nordost-Wind weht, der gemeiniglich bei uns schönes Wetter bringt, und im Gegentheile auf Feucht, wenn die regnige Jahreszeit herrscht. Ich habe aber indem die merkwürdige Ausnahme bemerkt,

*) Eine Vorlesung, gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft zu Genf, im Oktober 1797, und abgedruckt in der *Decade philosophique*, 1798, Nr. 4.

daß die größte Trockenheit gewöhnlich der Vorläufer des Regens ist.

Ueber die Erklärung dieser Erscheinung hatte ich wiederholt nachgedacht, als ich endlich zu Plombieres einen befriedigenden Grund davon entdeckte; und damit wird sich dieser Aufsatz beschäftigen.

Um meinen Beobachtungen den möglichsten Grad von Gewissheit zu geben, verwahrte ich meine Instrumente nicht allein gegen die directen, sondern auch gegen die reflektirten Strahlen der Sonne, und beobachtete täglich zu derselben Stunde, besonders um 4 Uhr des Nachmittags, ihren Stand, weil da gewöhnlich die größte Trockenheit herrscht.

Während meines zweimonatlichen Aufenthalts zu Plombieres ereignete sich die größte Trockenheit, die ich bemerkte, den 2ten August. Das Hygrometer zeigte auf $68^{\circ},5$, das Thermometer auf $22^{\circ},5$. Drei oder vier Tage zuvor hatte das Hygrometer, zu derselben Stunde, höher, das heißt: näher an Feucht, gestanden, nämlich auf 86° oder 87° ; obgleich das Thermometer beinahe einen Grad höher, nämlich $23^{\circ},1$ zeigte, und also das Hygrometer verhältnismässig niedriger hätte stehen sollen. Es regnete am Abend desselben Tages, den 2ten August, an welchem

es am trockensten gewesen war. Zu derselben Zeit, als das Hygrometer fiel, fiel auch das Barometer beinahe zwei Linien. Diese außerordentliche Trockenheit schreib ich der Verdünnung der Luft zu, weil in verdünnter Luft das Hygrometer fällt und auf einen grössern Grad der Trockenheit hindeutet, wie ich dies in meinem Versuche über die Hygrometrie durch verschiedene Versuche bewiesen habe.

Bei meiner Rückkehr von Plombieres setzte ich meine Beobachtungen mit derselben Sorgfalt fort. Den 29sten August dieses Jahrs, 20 Minuten nach 4 Uhr Abends, bemerkte ich das Hygrometer bei 74° , während das Thermometer auf $22^{\circ},5$ stand. Am folgenden Tage, 50 Minuten nach 1 Uhr, fand ich das Thermometer genau auf demselben Grade, das Hygrometer hingegen auf $59^{\circ},5$; also $14^{\circ},5$ tiefer, als am vorhergehenden Abend. Ich zeichnete mir dieses als eine schätzbare Beobachtung über Gleichheit der Thermometerhöhen an. Es erhellte daraus offenbar, daß die Trockenheit der Luft, nicht durch Zunahme der Wärme, sondern durch irgend eine andere Ursache, z. B. durch Verdünnung, vermehrt worden war. In der That war auch das Barometer um mehr als eine halbe Linie gefallen. Der Wind wehte aus

Südwest, und den folgenden Morgen früh regnete es.

Jedoch den auffallendsten Beweis hiervon, findet man in meinem Versuche über die Hygrometrie. Zu Chamouni, den 23sten Jul 1781, stand das Hygrometer auf $41^{\circ}, 2$, und das Thermometer auf $20^{\circ}, 2$; eine Wärme, die unmöglich solch einen Grad von Trockenheit hervorbringen konnte. Denn rechnet man nach der Tafel auf Seite 87 meines Versuchs über die Hygrometrie, so findet sich, daß der Unterschied von $4\frac{1}{2}^{\circ}$ Wärme, zwischen dem Tage und dem vorhergehenden, das Hygrometer nicht mehr als um 9° , und also nicht um 20° konnte fallend machen, um die es wirklich fiel. Diesen Ueberschuß von 11 Graden muß man daher einer andern Ursache, und zwar, wie ich vermuthe, der Verdünnung der Luft zuschreiben; sie mag, indem das Barometer fällt, oder durch Winde, die aus einer gewissen Richtung blasen, verdünnt werden. In der That muß der Süd- und Südwest-Wind, der von niedrigern Gegenden, als die unsrige, und von der See kommt, sich aufwärts bewegen, deshalb sich ausdehnen und verdünnen, und dadurch, wie ich bemerkt habe, ein Vorrücken des Hygrometers gegen Trocken veranlassen. Wahrscheinlich trug auch die außerordentliche Höhe des

Thals von Chamouni über der Meeresfläche, sehr viel zu der außerordentlichen Trockenheit bei, die den 26. Jul. 1781 in diesem Thale herrschte.

So läßt sich das auf den ersten Anblick so seltsame Phänomen: daß außerordentliche Trockenheit dem Regen vorangehe, genügend erklären. Das Hygrometer wird hierdurch ein Mitgehülfe für das Barometer, und giebt eine der gewissesten Anzeigen bevorstehender Veränderungen des Wetters. Denn noch muß ich hinzufügen, daß es auch dieses Mahl wieder den Morgen darauf zu Chamouni regnete.

Selbst in der Natur finden sich ähnliche Zeichen der Trockenheit, die den Landmann nicht betrügen und aus denen er stürmisches Wetter lange vorher verkündigt. Hierher gehört die Schlaffheit und das Welken der Pflanzen mit großen und dünnen Blättern, z. B. des Kürbisses und der rothen Rüben in unsern Gärten, des großen Huflattichs, (*Tussilago Petasites*,) in den Feldern, und der *Cacalia* in den Gebirgen. Man hat bemerkt, daß bei herannahendem stürmischem Wetter die Blätter dieser Pflanzen welken und sich gegen den Boden neigen, sich hingegen wieder aufrichten und ihr lebhaftes, frisches Ansehen wieder gewinnen, wenn Thau oder Regen die Elasticität ihrer Fibern wiederherstellt.

haben. Dabei muß ich bemerken, daß in der That ein außerordentlich trockener Wind dem starken Regen des vergangenen Septembers vorherging. Diese Dürre, welche sich vor stürmischem Wetter einstellt, scheint den Endzweck zu haben, die Pflanzen in den Zustand zu versetzen, worin sie den größten Vortheil vom Regen ziehen können; wovon ihr Wachsthum und Gedeihen abhängen. Eine trockene Luft erschläft und leert ihre Gefäße, und giebt ihnen so das Vermögen, das Regenwasser stark einzufaugen, und zugleich die nährenden Theile, welche der Regen aus der Luft mitnimmt, durch die er fällt, und die dann mit Kohlensäure und andern flüchtigen Theilen, welche den Vegetabilien Fruchtbarkeit geben, geschwängert ist. Man hat auch wirklich bemerkt, daß Regenstürme, die auf ungewöhnlich trockenes Wetter folgen, den Pflanzen ganz vorzüglich Wachsthum und Kraft ertheilen, bei weitem mehr, als ein anderer Regen oder anhaltend feuchtes Wetter.

Hieraus sieht man, daß, je mehr Aufmerksamkeit wir auf die Naturerscheinungen richten, wir desto mehr Ursache finden, die Ordnung und Gleichförmigkeit der Gesetze zu bewundern, denen sie unterworfen sind.

V.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

über

die Fortpflanzung der Wärme
in Flüssigkeiten,

von

Herrn Grafen RUMFORD

in München.

(Fortsetzung.)

7.

das Wasser, wie ich voraussetze, in der That
vollkommener *Nichtleiter* der Wärme, das
ist, findet *gar keine Communication der Wärme*
zwischen den benachbarten Partikeln oder klein-
en Massen dieses Fluidi Statt, und wird folg-
lich die Wärme darin *nur* vermittelt der Bewe-
gung, die durch den Wechsel der Temperatur
verursacht wird, verbreitet; *) so folgt daraus,

*) Schon der sel. Gren, im *Neuen Journal der Physik*,
Band IV, S. 453, erinnerte gegen diese Aussage mit
Recht, daß aus den Beobachtungen des Grafen
Rumford nur folgt: Wasser sey ein *sehr schlechter*
Wärmeleiter; und daß die Behauptung: Wasser sey
ein *vollkommener Nichtleiter der Wärme*; die That-

Stunden stehen blieb, damit die Eisscheibe im Gefäße die Temperatur von 32° erhalten sollte.

Das Gemenge von zerkleinertem Eise und Wasser in der flachen Schale, worein das Glas gesetzt wurde, stand mit dem Eise im Glase in gleicher Höhe. Nach vier Stunden bedeckte ich die Eisscheibe oben mit einem runden Stücke starken Papiers, und schüttete behutsam 73½ Unze Troy-Gewicht kochend heißes Wasser in das Glas, welches dadurch bis zu einer Höhe von 8 Zoll über der Oberfläche des Eises gefüllt wurde. Dann zog ich das runde Stück Papier, welches die Oberfläche des Eises bedeckte, sehr behutsam weg, ließ eine gewisse Anzahl von Minuten das heiße Wasser in Verbindung mit dem Eise, schüttete es dann ab, und wog das Gefäß mit dem darin gebliebenen ungeschmolzenen Eise, woraus sich *die Menge von Eis ergab*, welche von dem heißen Wasser, so lange ich es in dem Geschirre hatte stehen lassen, *geschmolzen war*.

Diesen Versuch wiederholte ich an demselben Tage viermal, (am 16ten März 1797,) indem ich bei jeder Wiederholung die Zeit, die das Wasser auf dem Eise stehen blieb, veränderte. Folgendes waren die Resultate dieser Versuche.

Versuch.	Zahl der Min., die das heisse Wasser auf dem Eise blieb.	Temperatur des heissen Wassers, als es auf das Eis gegossen wurde.	am Ende des Versuchs 1 Zoll unter der Oberfläche.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
19	1	186°	—	1632
20	3 $\frac{3}{4}$	185°	—	1824
21	15	184°	170°	1757
22	60	186°	140°	2573

Aus diesem Versuche war es klar, daß ein sehr grösser Theil des geschmolzenen Eises gleich zu Anfang schmolz, während das heisse Wasser in das Glas *gegossen* wurde, worauf gewöhnlich gegen 1 Minute hinging, und die Irregularitäten in den Resultaten, vorzüglich der drei ersten Versuche, zeigten deutlich, daß die Quantität des dabei geschmolzenen Eises in den verschiedenen Versuchen verschieden war. Ich hatte es wirklich vorausgesehen, daß dies der Fall seyn würde, und aus der Ursache bedeckte ich die Oberfläche des Eises mit einem starken Stück Papier, und suchte das Wasser recht sanft in das Glas zu gießen: aber alle diese Vorrichtungen reichten nicht hin, die grossen Abweichungen in den Resultaten der Versuche zu hindern; und da ich vermuthete, daß die Bewegung, welche in der heissen Wassermasse hervorgebracht wurde, wenn ich das runde Stück Papier, welches das Eis bedeckte, hinwegzog, die

Versuche gemacht wurden, hatte die Temperatur von 41° .

Versuch.	Zahl der Minuten, die das heiße Wasser auf dem Eise stand.	Temperatur des heißen Wassers 1 Zoll unter der Oberfläche.		Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
		am Anfange des Versuchs.	am Ende des Versuchs.	
23	1	196°	196°	413
24	3	190°	188°	703
25	10	191°	182°	580
26	30	190°	165°	914
27	180	190°	95°	3200

Bei diesen drei letztern Versuchen können wir mit einem ziemlichen Grade von Gewissheit bestimmen, wie viel Eis während des Actus des Eingießens in das Glas geschmolzen wurde, und daher auch die Anzahl der Grade, bei welchen das Eis beim gewöhnlichen Gange des Versuchs schmilzt; wenn wir nämlich voraussetzen, daß gleiche Quantitäten Eis in gleichen Zeiten schmelzen.

Da beim 27sten Versuche 3200 Gran in 180 Minuten, beim 25sten 580 Gran in 10 Minuten schmolzen, und wir sicher annehmen können, daß auch beim 27sten Versuche in 10 Minuten dieselbe Eismenge als im 25sten, d. h., 580 Gran, geschmolzen sey; so bleiben für die folgenden 170 Minuten $3200 - 580$, d. h., 2620 Gran Eis übrig, welche während dieser Zeit im 27sten Versuche

schmolzen, zumahl, da wir annehmen können, daß, sobald die Bewegung des Wassers, die durch das Hineinschütten verursacht wurde, aufhört, auch der Prozeß beim Eischmelzen von da an regelmäßig wird.

Aber, wenn bei dem regulären Gange des Versuchs nicht mehr als 2620 Gran in 170 Minuten zerschmolzen, so ist es klar, daß nicht mehr als 154 Gran bei dem regulären Gange des Versuchs in 10 Minuten schmelzen konnten. Was mehr schmolz, nämlich $580 - 154$, d. i., 426 Gran, ist für die Eismasse zu rechnen, die während der Zeit zerschmolz, als ich das Wasser in das Gefäß schüttete.

Wir wollen nun sehen, wie weit dieses mit dem Resultate des 26sten Versuchs übereinstimmt. Bei diesem wurden 914 Gran in 30 Minuten geschmolzen. Ziehen wir von dieser Quantität 426 Gran ab, für die Eismenge, die unsrer Rechnung gemäß schmelzen mußte, *während das heiße Wasser in das Geschirr gegossen wurde*, so bleiben 478 Gran übrig, für die Quantität, die beim regulären Gange des Experiments in 30 Minuten schmelzen mußte, und dies gäbe 159 Gran für die in 10 Minuten zerschmolzene Eismenge, welches nur wenig von der vorigen Berechnung abweicht, wo diese Quantität zu 154 Gran be-

stimmt wurde. Indefs ist dieser Unterschied, so klein er auch scheint, doch hinreichend, eine wichtige Thatfache zu beweisen, daß nämlich die Wirkung der Bewegung, in welche das Wasser durch das Hineingießen in das Glas gesetzt wurde, nach 10 Minuten nicht völlig aufgehört hatte. Wir werden daher der Wahrheit näher kommen, wenn wir die Quantität des Eises, welches beim regulären Gange des Versuches in einer bestimmten Zeit schmilzt, nach den Resultaten der beiden Versuche 26 und 27 bestimmen.

Bei dem letzten dieser Experimente wurden 3200 Gran in 180 Minuten, und bei dem erstern 914 Gran in 30 Minuten geschmolzen. Nehmen wir daher von den 3200 Gran, die in 180 Minuten schmolzen, die in den ersten 30 Minuten geschmolzenen 914 Gran fort, so bleiben 2286 Gran für die Eismenge, die in den folgenden 150 Minuten schmolz, übrig, und also 152 Gran für die in 10 Minuten schmelzende Eismasse. Bei der vorigen Berechnung fanden sich dafür 154 Gran. — *Auf diese Art* hätte also die dreifache Quantität oder 460 Gran in den 30 Minuten schmelzen können, während deren der 26ste Versuch dauerte. Ziehen wir diese Quantität von 914 Gran, der Quantität, die bei diesem Versuche wirklich schmolz, ab, so zeigt der Rest von 458 Gran,

wie viel zerschmelzen mußte, während das heiße Wasser auf das Eis gegossen wurde, oder, den Bewegungen zu Folge, in welche das Wasser während des Spiels dieser Operation gebracht wurde. Die vorgehende Berechnung bestimmte dieses auf 426 Gran.

Aus den Resultaten dieser Berechnungen können wir, wie ich glaube, sicher schließen, daß bei dem regulären Gange des Processes in 10 Minuten nicht mehr als 152 Gran durch das heiße Wasser geschmolzen wurden.

9.

Ich fahre fort, Rechenschaft von verschiedenen Versuchen abzulegen, bei welchen das Wasser, welches bestimmt war, das Eis zu schmelzen, eine *weit niedrigere Temperatur* hatte. Ich nahm eine kleine Quantität Eis, die noch ungeschmolzen auf dem Boden des Geschirres lag, heraus, that aufs neue Wasser hinein, stellte das Glas in eine gefrierende Mischung, und ließ das Wasser, welches im Glase 4 Zoll hoch stand, eine feste Eismasse frieren. Dann stellte ich das Glas in eine flache, irdene Schüssel, um es bis zur Oberfläche des Eises, mit einem Gemische von Schnee und Wasser, stellte dieses in eine Stube, wo seit vielen Mona-

ten kein Feuer gemacht war, und wo die Temperatur 41° war, und liefs es 2 Stunden ruhig stehen, damit das Eis die Temperatur von 32° bekommen möchte. Darauf nahm ich das Glas aus der irdenen Schüssel, wischte die Außenseite trocken mit einem kalten Handruche ab, wog das Glas mit dem darin befindlichen Eise genau, stellte es wieder in die irdene Schüssel, und umgab es, wie vorher, mit Schnee und Wasser, bis zu der Höhe der obern Eisfläche. Dann schüttete ich $73\frac{1}{4}$ Unze Troy-Gewicht, (15160 Gran,) Wasser, von der Temperatur 41° , in das Gefäß, und bedeckte damit das Eis bis zu derselben Höhe, bis zu welcher es in dem vorhergehenden Versuche bedeckt war, nämlich etwa 8 Zoll hoch. Auf dem Eise liefs ich es eine gewisse Anzahl Minuten stehen, schüttete es dann ab, trocknete die Außenseite des Glases, und wog es nun, um zu bestimmen, wie viel Eis geschmolzen war. Beim Eingießen dieses kalten Wassers in das Glas brauchte ich dieselbe Vorsicht, wie beim heißen Wasser, indem ich es durch die hölzerne Röhre in die durchlöchernte hölzerne Schale gofs.

Folgende Tabelle zeigt die Resultate von sechs Versuchen, die an demselben Tage, (am 19ten März 1797,) alle mit der grössten Sorgfalt gemacht sind.

Versuch	Temperatur des Wassers im Glase, 1 Zoll unter der Oberfläche.		Temperatur der Luft.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise blieb.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
	am Anfange des Versuchs.	am Ende des Versuchs.			
28	41°	40°	41°	10	203
29	41°	40°	41°	10	220
30	41°	40°	41°	10	237
31	41°	40°	41°	10	228
32	41°	38°	41°	30	617
33	41°	38°	41°	30	585

Die Uebereinstimmung dieser Resultate ist ebenso bewundernswürdig, als die überraschende Thatsache, die dadurch bewiesen wird, daß nämlich *kochend heißes Wasser in derselben Zeit nicht mehr Eis aufthauet, wenn es ruhig auf dessen Oberfläche steht, als Wasser von der Temperatur von 41°, oder von 9 Grad über dem Gefrierpunkte.* Ja, man hat sogar Grund, zu schließen, daß kochendes Wasser nicht einmal so viel Eis als dieses aufthauet. Ein noch weit merkwürdigerer Umstand, der, wie ich glaube, sich aus der Hypothese, (die man jedoch dann nicht länger für bloße Hypothese halten wird,) daß Wasser ein Nichtleiter der Wärme ist, auf eine genugthuende Art erklären läßt.

Bei den Versuchen mit heißem Wasser betrug die beim regulären Gange des Processes in 10 Minuten geschmolzene Eismenge nicht mehr

als 152 Gran. Von dem kalten Wasser wurden in dieser Zeit nicht unter 203 Gran, und im Mittel 222 Gran Eis geschmolzen. Doch ist noch ein Umstand bei diesen Versuchen mit kaltem Wasser vorhanden, den wir untersuchen müssen, bevor ihre Resultate als vollständige Beweise für jene wichtige Behauptung dienen können.

Bei den Versuchen mit heissem Wasser fanden wir, daß ein großer Theil des geschmolzenen Eises durch die Bewegung geschmolzen war, in welche das Wasser durch das Eingießen in das Glas gebracht wurde, und daß die Wirkungen dieser Bewegung noch auf eine längere Zeit bemerkbar waren, als die meisten der Versuche mit kaltem Wasser dauerten. Könnten nicht diese Versuche mit kaltem Wasser auch hierdurch gestört worden seyn? Das wollen wir jetzt suchen ausfindig zu machen.

Beim 32sten Versuche wurden 617 Gran in 30 Minuten, und im 33sten 585 Gran in derselben Zeit geschmolzen. Das Mittel aus beiden giebt 601 Gran für 30 Minuten. Ziehen wir nun davon die Eismenge ab, die im Mittel aus den 4 erstern Versuchen in 10 Minuten schmolz, d. h., 222 Gran, so bleiben noch 379 Gran für die Eismenge übrig, die in diesen beiden letztern Versuchen in 20 Minuten zerschmolz, welches 189½

Gran für die Eismenge giebt, die, dem gleichförmigen Gange des Processes gemäß, in 10 Minuten schmelzen mußten.

Ist die geschmolzene Eismenge, ($189\frac{1}{2}$ Gran,) gleich geringer als die bei den Versuchen, welche nur 1 Minuten dauerten, so ist sie doch noch beträchtlich größer als 152 Gran, welche in derselben Zeit beim regulären Gange des Processes bei kochend heißem Wasser schmolzen. Und so ist denn, wie ich glaube, die große Frage, um deren Entscheidung willen diese Versuche angestellt wurden, entschieden.

So entscheidend mir indeß auch das Resultat dieser Versuche zu seyn schien, so fühlte ich mich doch bei der Sache zu sehr interessirt, um mit meinen Untersuchungen hier stehen zu bleiben.

Ich hatte sowohl bei den Versuchen mit kaltem, als bei denen mit warmem Wasser gefunden, daß eine beträchtliche Quantität Eis während des Actus des Eingießens in das Glas geschmolzen war, den wellenförmigen Bewegungen zu Folge, in welche das Wasser bei dieser Operation gerieth, aller Mühe ungeachtet, die ich angewandt hatte, diese Bewegung und ihre Wirkungen zu verhindern. Ich verdoppelte daher meine Vorsicht, um mich vor dieser Quelle des Irrthums und der Ungewißheit zu hüten. —

Ehe ich das Wasser, es mochte kochend heiß oder nur 41° warm seyn, in das Geschirr goß, bedeckte ich die Oberfläche des Eises bis zur Höhe von 0,956 Zoll, mit eiskaltem Wasser, (d. h., noch einmal so hoch als bei den Versuchen mit kochendem Wasser,) und goß dann das Wasser in einem dünnen Strahle so langsam in das Glas, daß ich nicht weniger als 3 Minuten brauchte, um das Glas bis zur Höhe von 8 Zoll über der Oberfläche des Eises zu füllen. Auch suchte ich den Einfluß zu bestimmen, den die Temperatur der Luft, so wie das Einwickeln des Glases in einen warm haltenden Körper, auf die Resultate der Versuche habe. Bei allen wurde dasselbe Glas gebraucht, das ich aus vielen, seiner genauen cylindrischen Form wegen, ausgesucht hatte, und dieselbe irdene Schüssel, in die das Glas gestellt, und stets bis in der Höhe des Eises, mit schmelzendem Schnee umgeben wurde.

Bei jedem der drei ersten Versuche, die in der folgenden Tabelle stehen, war das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung von Baumwolle dicht umgeben. Diese Bedeckung, (die über einen Zoll dick war,) reichte von der Oberfläche des schmelzenden Schnees, in dem das Glas stand, bis zum obersten Ende des Glases. Die Oeffnung des Cylinders war erst mit einem runden hölzer-

Deckel bedeckt, (von dessen Centro ein
 rmometer herabhing, dessen Kugel bis auf
 ll unter die Oberfläche des Wassers reichte,)
 auf diesen wurde noch eine dicke Bede-
 g von Baumwolle gebracht.

Bei allen übrigen Versuchen in der folgenden
 elle blieb das Glas der Luft bloß gestellt,
 uf den untern Theil, der mit schmelzendem
 ee oder mit zerkleinertem Eise und Wasser
 geben war.

In den beiden Versuchen 37 und 38, die mit
 nchen bezeichnet sind, wurde die Oberfläche
 Eises nur bis zur Höhe von 0,478 Zoll, bei
 1 andern aber bis zur Höhe von 0,956 Zoll
 eiskaltem Wasser bedeckt.

N ^o	Temperatur des Waf- lers im Geschirr 1 Zoll unter der Oberfläche,		Tempera- tur der Luft.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise blieb.	Gewicht des ge- schmol- zenen Eises in Gra- nen.
	am Anfan- ge des Versuchs.	am Ende des Versuchs.			
1	188°	179°	41°	30	634
2	189°	180°	41°	30	747
3	190°	147°	41°	180	3963
4	41°	38°	41°	30	592*
5	41°	43°	61°	30	676*
6	186°	157°	61°	30	559
7	188°	156°	61°	30	575
8	190°	156°	61°	30	542
9	41°	43°	61°	30	573
10	42°	44°	61°	30	575
11	42°	35°	61°	120	2151

Die Resultate dieser Versuche liefern Stoff zu mehreren interessanten Spekulationen. Ich genüge mir aber für jetzt mit zwei oder drei Bemerkungen. Obgleich, *erstens*, Versuch 34 und 35 jeder 30 Minuten dauerte, so wurde doch beträchtlich weniger Eis geschmolzen als im 26sten Versuche, der eben so lange Zeit währte. Dessen ungeachtet schmolz in Versuch 36 in 180 Minuten mehr Eis, als in dem 27sten Versuche von derselben Dauer; ein Unterschied, dessen Grund ich nachher erklären werde. Der Unterschied in den Resultaten der Versuche von 30 Minuten wurde unstreitig durch die Maafsregeln bewirkt, die bei den letztern Versuchen genommen waren, um den Effekt der heftigen Bewegungen, in welche das heisse Wasser beim Eingiessen in das Glas gerieth, zu hemmen.

Zweitens, erhellt, daß in derselben Zeit mehr Eis bei den Versuchen schmolz, da das Geschirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, als in denen, da es der Luft der Stube ganz bloß gesetzt war. Und dieser Unterschied ist wirklich beträchtlich. Die in 30 Minuten, nach einer Mittelzahl, geschmolzene Eismenge betrug, während das Geschirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, (nach Versuch 34 und 35,) $690\frac{1}{2}$ Gran, hingegen als das Geschirr un-

bedeckt war, (nach Versuch 39, 40, 41,) nur 558 $\frac{2}{3}$ Gran.

Drittens, war die geschmolzene Eismenge bei gleichen Umständen, (das heißt, bei unbedecktem Glase,) als die Temperatur des Wassers etwa 41° betrug, beträchtlich größer, als bei fast kochend heißem Wasser. Bei dem 41sten Versuche, als das zugegossene Wasser die Temperatur von 190° hatte, wurden nur 542 Gran in 30 Minuten, bei dem folgenden 42sten Versuche hingegen, als das Wasser die Temperatur von 41° hatte, oder um 149° kälter war, in derselben Zeit 573 Gran Eis geschmolzen.

Da ich fand, daß das heiße Wasser mehr Eis schmolz, wenn ich das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung von Baumwolle umgab, so war ich neugierig, zu sehen, was die Wirkung seyn würde, wenn ich das Glas *bis an den Rand* in ein Gemisch von Schnee und Wasser tauchte. Zugleich wünschte ich, zu erfahren, ob nicht Wasser bei einer wenig höhern Temperatur, als die, wobei es nicht mehr durch Kälte verdichtet wird, in einer gegebenen Zeit mehr Eis schmelze, als eine gleiche kältere oder beträchtlich heißere Menge von Wasser. Das Resultat des 43sten Versuchs hatte mir durch eine simple Rechnung gezeigt, daß, wenn die Temperatur des Wassers

nur wenige Grade über dem Gefrierpunkte, und die Menge oder Tiefe desselben nicht sehr beträchtlich ist, es bald so sehr abgekühlt wird, daß es wahrscheinlich dadurch den Prozeß des Eisschmelzens hindert. Beim heißen Wasser überzeugte mich die größere Eismenge, die in dem mit warm haltender Bedeckung umgebenen Glase geschmolzen war, daß die wahre Ursache, warum heißes Wasser bei meinen Versuchen nicht so viel Eis als kaltes Wasser schmolz, in den Störungen zu suchen sey, welche bei dem Prozesse des Schmelzens durch die herabsteigenden Ströme verursacht wurden, welche sich in dem heißen Wasser bildeten, wenn es von der Luft und den Seiten des Glases abgekühlt wurde. Diese herabsteigenden Ströme stießen in der Region der constanten Temperatur von 40° mit den kalten Strömen, die von der Oberfläche des Eises aufwärts steigen, zusammen; und es ist sehr wahrscheinlich, daß die aufsteigenden Ströme, von deren Bewegung das Schmelzen des Eises abhängt, durch diese Collision gehemmt wurden. Indem ich aber machte, daß das heiße Wasser von außen her langsamer abgekühlt wurde, und zu dem Ende das Geschirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgab, so verringerte sich natürlicher Weise die Geschwindigkeit der herabsteigenden

Ströme, und die Resultate der Versuche zeigen, daß dann das Schmelzen des Eises beschleunigt wurde.

Bei der schnellen Abkühlung und der daraus folgenden schnellen Bewegung der herabsteigenden Ströme im unbedeckten Glase, wurden nicht mehr als ungefähr 542 oder höchstens 575 Gran in 30 Minuten geschmolzen. Da aber das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, wurden in derselben Zeit 634, und bei einem der Versuche sogar 747 Gran geschmolzen.

Das Eintauchen des Glases in ein erkältendes Gemisch von Schnee und Wasser, mußte die Abkühlung des heißen Wassers im Glase, und mithin die Geschwindigkeit der herabsteigenden Ströme beschleunigen, und dadurch mußten unstreitig die von der Oberfläche des Eises aufwärts steigenden Ströme sehr gehemmt, und die Quantität des geschmolzenen Eises verringert werden. Daß dieses wirklich der Fall war, zeigen folgende Versuche, mit den Resultaten der Versuche 39, 40 und 41 verglichen.

Versuch.	Temperatur des Wassers im Ge- schirre; Zoll unter der Oberfläche,		Temperatur des kalten Gemisches, in welches das Geschirr bis an den Rand ge- taucht wor- de.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise blieb.	Gewicht des ge- schmol- zenen Eises in Gra- ven.
	am Anfange des Versuchs.	am Ende des Versuchs.			
45	188°	68°	32°	30	406
46	186°	67°	32°	30	440
47	189°	68°	32°	30	433
48	187°	67°	32°	30	355
49	188°	68°	32°	30	364
Menge des in diesen 5 Vers. geschmolzenen Eises					1997

Mittlere Menge des durch heisses Wasser ge-
schmolzenen Eises, wenn das Glas bis zum
Rande in schmelzendem Eise und Wasser
stand — — — — — **Gran.**
3997

Mittlere Menge des durch heisses Wasser in 30
Minuten geschmolzenen Eises, bei Versuch
26 und 27, da der Theil des Glases, wel-
chen das Wasser einnahm, mit Luft von der
Temperatur von 41° umgeben war — — — — — **456**

Mittlere Menge des durch heisses Wasser in 30
Minuten geschmolzenen Eises, bei den Ver-
suchen 39, 40 und 41, als der Theil des
Glases, welchen das Wasser einnahm, mit
Luft von der Temperatur von 61° umgeben
war. — — — — — **5587**

Mittlere Menge des durch heisses Wasser in 30
Minuten geschmolzenen Eises, bei Versuch
34 und 35, als der Theil des Glases, welchen
das Wasser einnahm, mit einer dicken warm
haltenden Bedeckung von Baumwolle umge-
ben war — — — — — **6905**

Alle diese Versuche, auf dieselbe Art und mit
gleicher Sorgfalt angestellt, unterschieden sich
nur in der Art, wie die Aussenseite des Glases
über der Oberfläche des darin befindlichen Eises,

edeckt war, und die Resultate zeigen die Wirkungen, die durch diese Veränderungen hervorbracht wurden.

Ich hätte vielleicht muthmaßen können, daß die größere Quantität Eis, die geschmolzen wurde, als die Wärme des Wassers am längsten in dem Glase beisammen blieb, wenigstens zum Theil durch die vermittelt des Glases nach unten zu verbreitete Wärme, verursacht sey. Daß dieses aber nicht der Fall seyn konnte, fällt theils aus der Art, wie ich das Eis stets geschmolzen fand, theils durch die Resultate ähnlicher Versuche, die ich mit weit kälterm Wasser machte, in die Augen.

Wäre das Eis von der durch das Glas communicirten Wärme geschmolzen, so würde es ohne Zweifel am meisten auf den Stellen seiner Oberfläche geschmolzen seyn, wo es das Glas erührte; aber nie fand ich, daß dieses wirklich der Fall war.

Die Resultate der folgenden Versuche zeigen, was man in der That auch leicht hätte voraussetzen können,) daß die Temperatur des Meßi, welches den obern Theil des Geschirres angab, auf den Erfolg der Versuche, wenn das Wasser von sehr verschiedener Temperatur war,

nicht immer einen gleich grossen Einfluss hatte, selbst nicht immer auf *dieselbe Art*.

Um die Vergleichung dieser Versuche und der vorigen, die ihnen ähnlich sind, zu erleichtern, stelle ich sie hier zusammen.

Versuch.	Temperatur des Wassers im Geschirre 1 Zoll unter der Oberfläche.		Temperatur des Mercurii, womit der obere Theil des Glases umgeben war.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise blieb.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
	am Anfange des Versuchs.	am Ende des Versuchs.			
50	41°	36°	32°	30	542
37	41°	38°	41°	30	592
42	41°	43°	61°	30	576

Es ist in der That sehr merkwürdig, daß so viel mehr Eis durch Wasser bei der Temperatur von 41°, als durch kochend heisses Wasser schmilzt, wenn das Geschirr, welches das Eis enthält, in beiden Fällen mit einem kalten Gemische von zerkleinertem Eise und Wasser umgeben ist. Bei dem 50sten Versuche schmolzen durch das kalte Wasser 542 Gran, dagegen durch kochend heisses Wasser im Mittel der fünf Versuche 45 bis 49, nur 399 $\frac{2}{3}$ Gran Eis. Doch sind die Resultate der vier folgenden Versuche, wo möglich, noch überraschender.

Diese Versuche wurden mit Wasser von der Temperatur von 61° gemacht, die Temperatur der Stubenluft war ebenfalls 61°. Während der
beiden

beiden ersten war das Geschirr bis zum Rande in ein Gemisch von Schnee und Wasser gesetzt, bei den beiden letztern hingegen der obere Theil des Glases frei und von der Stubenluft umgeben. So wie bei den vorigen Versuchen, war auch hier wieder, ehe das Wasser in das Geschirr gegossen wurde, die Oberfläche des Eises bis zur Höhe von 0,956 Zoll mit eiskaltem Wasser bedeckt worden; und immer wurde dieselbe Quantität Wasser gebraucht, nämlich $73\frac{1}{4}$ Unzen Troy - Gewicht, oder so viel als hinreichend war, das Geschirr bis 8 Zoll hoch zu füllen.

Versuch.	Temperatur des Wassers im Geschirre 1 Zoll unter der Oberfläche,		Temperatur des Mercurii, womit der obere Theil des Glases umgeben war.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise stand.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
	am Anfange des Versuchs.	am Ende des Versuchs.			
51	61°	49°	32°	30	660
52	61°	50°	32°	30	662
53	61°	60°	61°	30	642
54	61°	60°	61°	30	650

Hierbei ist nicht nur das merkwürdig, daß der Unterschied, der in der geschmolzenen Eismenge von der Abkühlung der Seiten des Glases herrührte, so geringe war, sondern noch weit mehr, daß dieser Unterschied gerade entgegengesetzt mit dem war, der in den Versuchen mit heißem Wasser durch denselben Umstand bewirkt wurde. Es zer-

schmolz hier mehr Eis, wenn die Außenseite des Glases eiskalt erhalten, als wenn sie mit einer Luft von 61° Wärme umgeben wurde.

10.

Alle diese Erscheinungen können, wie ich glaube, aus den angenommenen Principien über die Art, wie die Wärme sich in flüssigen Körpern verbreitet, genugthuend erklärt werden. Doch statt uns jetzt noch tiefer in diese abstrakten Spekulationen einzulassen, wollen wir lieber *einen Rückblick auf alle unsre Versuche werfen*, und zusehen, welche *allgemeine Resultate* wir daraus mit Gewissheit ziehen können.

Einer der Versuche, bei welchem die größte Quantität Eis durch *heißes Wasser* geschmolzen wurde, ist Versuch 36, wo in 3 Stunden, oder 180 Minuten, 3963 Gran schmolzen. Ziehen wir von dieser Quantität die ab, welche zu Folge der beiden vor diesem vorhergehenden Versuche, in den ersten 30 Minuten schmelzen mußten, nämlich $690\frac{1}{2}$ Gran, so bleiben für die Eismenge, die in den letzten 150 Minuten schmolz, $3272\frac{1}{2}$ Gran übrig, und das giebt $654\frac{1}{2}$ Gran für die Eismenge, die *bei dem regulären Gange des Experiments* in 30 Minuten schmolz. Diese abgezogen von den obigen $690\frac{1}{2}$ Gran, lassen 36 Gran für die Menge

von Eis übrig, die bei diesen beiden Versuchen durch die temporären Bewegungen geschmolzen war, in welche das heiße Wasser bei der Operation des Wassereingießens in das Glas gesetzt wurde. Dieses ist sehr unbedeutend, und zeigt, daß die Mittel, die angewandt wurden, um den Einfluß dieser Bewegungen zu mindern, sehr wirksam waren.

Da die Resultate der drei Versuche 34, 35 und 36 so außerordentlich regelmäßig und genugthuend waren, (indem die Wärme des Wassers durch die warme Bedeckung, welche das Glas umgab, ganz scheint beisammen gehalten zu seyn,) und da der Prozeß des Eisschmelzens im 36sten Versuche drei Stunden regelmäßig und gleichförmig vor sich ging; so scheinen wir dadurch berechtigt, zu schließen, daß nicht gut mehr Eis durch kochend heißes Wasser geschmolzen werden kann, (wenn es *auf dem Eise steht*,) als in diesem Versuche geschah. Und diese Eismenge betrug auf 30 Minuten $654\frac{1}{2}$ Gran.

Da ich mich indessen bei diesen drei Versuchen außerordentlicher Mittel bedient hatte, durch welche eine ungewöhnliche Menge von Eis geschmolzen worden war, so konnten sie mit den Versuchen, die mit kaltem Wasser gemacht

wurden, nicht übereinstimmen, und lassen sich daher eigentlich nicht mit ihnen vergleichen. — Als aber die Versuche in beiden Fällen auf eine ähnliche Art angestellt wurden, waren die mittlern Resultate folgende:

		Gewicht des Eises, das in 30 Minu- ten schmolz.
Als in das Glas gegossen war		Gran.
Versuche, bei denen der mit Wasser ange- füllte Theil des Gla- ses, der Luft, bei ei- ner Temperatur von 61°, unbedeckt aus- gesetzt wurde.	kochend heißes Was- ser, (Versuch 39, 40 und 41)	558 $\frac{1}{2}$
	Wasser von der Tempe- ratur von 61°, (Ver- such 53 und 54)	646
	Wasser von der Tempe- ratur von 41°, (Ver- such 42 und 43)	574
Versuche, bei welchen der mit Wasser ange- füllte Theil des Gla- ses mit zerkleiner- tem Eise und Wasser umgeben war, und daher die Tempera- tur von 32° hatte.	kochend heißes Was- ser, (Versuch 45, 46, 47, 48 und 49)	399 $\frac{2}{3}$
	Wasser von der Tempe- ratur von 61°, (Ver- such 51 und 52)	661
	Wasser von der Tempe- ratur von 41°, (Ver- such 50)	542

Aus den Resultaten aller Versuche läßt sich mit Sicherheit der Schluß wagen, daß kochend heißes Wasser, *wenn es auf der Oberfläche des Eises steht*, nicht mehr von diesem Eise zu schmelzen vermag, als eine gleiche Quantität Wasser von der Temperatur von 41°, oder bei einer

Temperatur, die nur 9 Grad über dem Gefrierpunkte steht. Und diese Thatſache wird man, wie ich mir ſchmeichle, als den unläugbarſten Beweis, dafür gelten laſſen, daß das Waſſer ein vollkommener *Nichtleiter der Wärme iſt*, und daß die Wärme ſich darin nur den Bewegungen zu Folge ausbreitet, die ſie in den iſolirten und einzelnen Partikeln des Fluidi verurſacht. *) Dieſe Entdeckung öffnet unſerm Blicke eine der intereſſanteſten Scenen in die Oekonomie der Natur, welche ich dem folgenden Kapitel vorbehalte.

*) Die Einſichten, die uns dieſe Entdeckung in die Natur des mechanischen Proceſſes gewährt, der bei chemiſchen Auflöſungen ſtatt findet, fallen zu ſehr in die Augen, als daß ſie einer weitem Erklärung bedürften. Es ſcheint mir, als würden ſie uns in den Stand ſetzen, alle verſchiedene Phänomene der chemiſchen Verwandſchaften und der Vegetation auf eine genugthuende Art zu erklären. Vielleicht daß ſelbſt alle Bewegung unbelebter Körper auf der Oberfläche der Erde ſich derſelben Urſache zuſchreiben läßt, nämlich der *Nicht-Wärme-leitenden Kraft der flüſſigen Körper.* (!)

VI.

BESCHREIBUNG

der verbesserten Luftpumpen.

von

SADLER und PRINCE.

Ventile verhindern, wie bekannt, in den Luftpumpen, die größte, sonst erreichbare Verdünnung, dadurch, daß die geringe Expansivkraft der stark verdünnten Luft, wenn die atmosphärische Luft von der andern Seite auf dem Ventile lastet, sie nicht mehr zu öffnen vermag. Gegen diese Unvollkommenheit arbeiteten alle, welche die gewöhnlichen Ventilpumpen zu vervollkommen suchten. Smeaton verschloß zu dem Ende den Stiefel oben luftdicht, versah ihn mit einem dritten Ventile, und durchbohrte das Ventil mehrere Mahl. Cuthbertson warf die Blasenventile ganz fort, nahm statt ihrer drei konische und cylindrische Ventile, die stark geöhlt wurden und sich zum Theil mechanisch öffneten, und setzte über den Stiefel zwei Oehlbehälter. James Sadler, Chemist der Admiralität in London, geht noch einen Schritt weiter, und nähert sich dadurch der bekannten *Baaderschen* Luftpumpe mit Quecksilber, nach Hinden-

burgs sinnreicher Verbesserung, *) die jedoch in England noch ganz unbekannt zu seyn scheint. Die große Wirksamkeit des Oehls in der Cuthbertson'schen Luftpumpe, veranlaßte ihn, sich des Oehls, wie Hindenburg des Quecksilbers, zu bedienen. Folgendes ist die Beschreibung seiner Luftpumpe, die er als sehr einfach, wohlfeil und wirksam rühmt, wie er sie in *NICHOLSONS Journal der Physik*, Nr. X, 1798, mittheilt:

Auf Tafel VI stellt in Figur 2, *AB* den Stiefel vor, *Q* den massiven Stempel, der etwas lose geliedert ist, und *O* die oberhalb gezähnte Kolbenstange, welche auf die gewöhnliche Art durch Rad und Kurbel bewegt wird. Der Stiefel hängt durch die Röhre *C* mit dem Behälter *D* zusammen. Diesen verschließt oberwärts das (Kegel-) Ventil *K*, welches sich aufwärts, nach dem kleinen Kasten *L* zu, öffnet. Eine Röhre *NE*, geht mitten durch den Teller *P*, in den Behälter *D* hinab, setzt ihn mit dem Recipienten auf dem Teller in Verbindung, und hat an ihrem untern Ende ein (Kegel-) Ventil *E*, dessen Kegel auf einem Drahtstabe *FE* sitzt, der aus der Röhre

*) *Antliae novae hydraulico - pneumaticae mechanismus et descriptio, auctore C. F. HINDENBURG, Lips. 1787. Vergl. Journal der Physik, B. II, S. 459.*

C hinaus, durch eine Lederbüchse, geht, und an dem einen Arme des Hebels *FH* befestigt ist. **G** ist der Ruhepunkt. Ein Gewicht *H* lastet auf dem andern Hebelarme, drückt dadurch den Kegel *E* in das Ventil hinauf, und verschließt die Luftdicht. Vermittelt eines ähnlichen Stabes *HI*, der vom letztern Hebelarme aufwärts geht und beim Spiele des Stempels in die Höhe gedrückt wird, öffnet sich das Ventil bei *E*.

Soll die Luftpumpe gebraucht werden, so zieht man den Stempel hinaus, und gießt den Stiefel voll Oehl, welches, den hydrostatischen Gesetzen gemäß, in der Röhre *CD* bis zu derselben Höhe hinauf steigt. Wird nun der Kolben wieder hineingeschoben und herabgewunden, so treibt er das Oehl und die Luft über demselben vor sich her. Diese wird in *D* zusammen gedrückt, öffnet folglich das Ventil *K*, und strömt durch dasselbe so gänzlich aus, daß selbst noch ein wenig Oehl in den Kasten *L* nachsteigt. Wird darauf der Kolben, der luftdicht schließt, wieder hinaufgewunden, so sinkt das Oehl ihm nach, und im Behälter *D* entsteht ein luftleerer Raum, bis ein Zahn der hinaufgehenden Kolbenstange den Arm *I* faßt, und durch ihn den Hebel *GF* dreht, so daß das Ventil *E* geöffnet wird. Sogleich strömt die Luft aus dem Recipienten in

den Behälter *D* über, verbreitet sich in beiden gleichförmig, und wird folglich im Recipienten verdünnt. So wie aber der Kolben wieder zurück geht, läßt der Druck auf den Arm *I* nach, das Ventil *E* schließt sich wieder, durch die Schwere des Gewichtes *H*, und das Spiel fängt von neuem an, indem die in *D* hineingedrungene Luft nun abermals aus dem Ventile *K* hinausgerieben wird. Und zwar wiederum gänzlich, wie zuvor, indem bei jedem Kolbenspiele nicht bloß alle Luft, sondern auch noch Oehl durch das Ventil *K* getrieben wird, das aus dem Kasten *L* durch die Röhre *LM* in den Stiefel, und beim Heraufgange des locker geliederten Kolbens, neben ihm vorbei, wieder zum übrigen Oehle in den Stiefel hinabfließt. Daher läßt sich die Luft in dieser Maschine, so weit man will, verdünnen.

Das Ventil *K* vertritt hier die Stelle des obern, und das Ventil *E* die des untern Cylinderventils in Cuthbertsons Luftpumpe, und das Oehl bildet eine Art von flüssigem Kolben, der eben deshalb jede Figur annimmt, und bei allen Unregelmäßigkeiten im Behälter *D*, doch immer genau anschließt. Ich weiß indess nicht, sagt Nicholson, ob das Oehl, bei seinem beständigen Umlaufe, sich nicht mit der Zeit verändern, oder voll Luftblasen werden sollte, die es zu diesem

Prozesse untauglich machen würden, und ob nicht vielleicht Quecksilber oder eine andere Flüssigkeit dazu geschickter wäre. So viel fällt indeß in die Augen, daß eine Luftpumpe nach dieser Einrichtung sich von vielen bauen läßt, die andere auszuführen nicht geschickt genug sind.

* * *

In Figur 3 ist ein Stiefel für eine Luftpumpe nach gewöhnlicher Einrichtung abgebildet, in welchem der schädliche Raum zwischen dem Kolben und dem Bodenventile völlig vermieden, und die Bewegung dieses Ventils gesichert ist. *AB* ist der Stiefel, *O* die Kolbenstange, *C* das Ventil im Kolben, *II* die Lederumgebung, und *LL* ein ausgehöhltes Stück Metall, welches die Höhlung *MM* am Boden des Stiefels, rund um das untere Ventil, beinahe ausfüllt. Dieses Stück *LL* schließt nicht an den Stiefel an, und durch den Kolben sind zwei Löcher *KK* gebohrt, die den Zwischenraum zwischen *LL* und den Stiefel mit der innern Ventilhöhle des Kolbens verbinden. Ueberdies ist der Kolben so locker geliedert, daß beim Hinaufgehen der Luftdruck etwas von dem Oehle, welches man beim Gebrauche der Maschine über den Kolben gießt, neben ihm vorbei in den untern Theil des Stiefels preßt. *P* ist die

Verbindungsröhre mit dem Recipienten; *N* eine Schraube, durch deren Mutter das überflüssige Oehl abgelaassen werden kann, und *GE* ein Hebel, durch den das untere Ventil, wie in der vorhin beschriebenen Luftpumpe, vom heraufgehenden Stempel geöffnet wird, wenn dieser seine höchste Lage erreicht hat, und dann dringt die Luft aus dem Recipienten in den Stiefel. Wird der Kolben wieder herabgewunden, so schließt sich sogleich das Ventil *D*, die Luft steigt durch das Kolbenventil aus dem Stiefel; und ist der Kolben in seine unterste Lage gekommen, so wird das Oehl auf dem Boden des Stiefels *MM* durch das Stück *LL* herauf, durch alle Höhlungen unter den Kolben gepreßt, und treibt die Luft durch das Ventil *C* vollends hinaus. Zugleich steigt auch selbst etwas Oehl durch dieses Ventil über den Kolben, welches beim Heraufwinden, neben demselben wieder in die Höhlung *MM* hinabrinnt.

Auf eine andere, doch minder einfache Art als Cuthbertson und Sadler, suchte ein Physiker, Prince, der zu Salem in Nordamerika, (wahrscheinlich als Prediger,) lebt, die Fehler der Smeaton'schen Luftpumpe zu verbessern.

Er beschreibt und vergleicht seine Vorrichtung mit der Smeaton'schen weitläufig in dem einzigen bisher erschienenen Bande der Schriften der *American Academy*. Aus diesem entlehnt sie NICHOLSON'S *Journal of Nat. Phil.* etc., Nr. III, Jun. 1797, wo man zugleich eine Beschreibung der Cuthbertson'schen Luftpumpe findet, und Ader übersetzte diesen Aufsatz in den *Annales de Chimie*, Nr. 74, 1798. Die Cuthbertson'sche Luftpumpe, auf die man jetzt erst in England und Frankreich aufmerksam zu werden scheint, ist unter uns zu bekannt, *) als daß sie einer fernern Beschreibung bedürfte, und vom Eigenthümlichen der Prince'schen Vorrichtung gebe ich hier nur eine kurze Idee, da sie der Cuthbertson'schen und Sadler'schen, und noch mehr der vom Herrn Dr. van Marum verbesserten Sengwerdischen Luftpumpe, wo auch nicht an Einfachheit, doch an Schnelligkeit der Arbeit, nachzustehen scheint, und werde dafür eine umständliche Beschreibung dieser letztern in das folgende Heft einrücken.

*) Beschreibung einer verbesserten Luftpumpe, von John Cuthbertson, aus dem Engl. Mannheim 1788. 8. Das englische Original: *Descript. of an improved Air-Pump by John Cuthb.* Lond. 8. 41 Seiten; hat keine Jahrszahl.

Da das obere Ventil im Stiefel der Smeaton'schen Luftpumpe, das Bodenventil, das ohne dies am schwierigsten zu verfertigen ist, entbehrlich macht, so läßt Prince dieses ganz fort, und endigt dagegen jeden der beiden Stiefel, (von denen man in Fig. 4 den einen, *AB*, ganz, vorn ändern aber, um die Figur nicht zu sehr zu überladen, nur den obersten Theil *Q*, und zwar der Deutlichkeit halber, zu weit herabgerückt sieht,) in einen Behälter *CD*, *WX*, in den sich die Kolben *E*, *VV*, bis unter die Verbindungsröhre des Stiefels mit dem Teller, *b*, hinabwinden lassen. Doch stoßen sie nicht ganz auf den Boden dieses Behälters, der etwas weiter wie der Stiefel ist, auf, um nicht einen schlottrigen Gang anzunehmen und aus der senkrechten Richtung zu kommen. Da sie indeß bei jedem Herabgehen, bis unterhalb der Stelle *b* kommen, wo die Verbindungsröhre sich in dem Stiefel öffnet, so würde schon ein massiver Kolben hinreichen, mit Hülfe des Deckelventils die Luft gehörig auszupumpen. Um aber das Kolbenspiel anfangs zu erleichtern, durchbohrt Prince den Kolben in drei gleich weit von einander entfernte Oeffnungen, die er mit einer Blase überzieht, und die ein Ventil bilden, das sich bei großer Verdünnung zwar nicht mehr öffnet, dadurch aber die fernere Verdünnung

nicht hemmt. Die Luft, die der herabgehende Kolben vor sich her treibt, dringt nicht in den Recipienten zurück, sondern in den zweiten Stiefel, dessen Kolben alsdann gerade heraufgeht. Die Kolbenstangen gehen luftdicht durch Lederbüchsen *GG*, und werden auf die gewöhnliche Art durch Kurbel und Rad bewegt. Die Decke des Stiefels liegt nicht am obern Ende, sondern etwas oberhalb seiner halben Höhe.

So wie in der Smeaton'schen Luftpumpe, öffnen sich die beiden Deckelventile *K*, *S*, in Röhren, *Kc*, *Rc*, welche mit einer dünnen Röhre *OO* zusammenhängen, die zwischen den beiden Stiefeln aufrecht steht, und sich in zwei Röhren *p* und *o* endigt, die durch das Bodenstück der Luftpumpe gehen. Die eine derselben, *o*, führt zu der kleinen *Ventilpumpe*, die zweite, *p*, theilt sich wieder in zwei Aeste, *q*, *r*, wovon der eine, *r*, mit dem Recipienten, der andere, *q*, mit der Barometerprobe vorn auf der Pumpe, in Verbindung steht.

Um nämlich zu bewirken, daß die Deckelventile sich eben so leicht als die Kolbenventile öffnen, und dadurch den schädlichen Raum zu vermeiden, der sonst zwischen den Kolben und den Deckelventilen bleiben würde, bringt *Prince* auf dem Boden der Luftpumpe noch eine

kleine Luftpumpe an, welche man in Fig. 5 bei *A* sieht. Sie ist ganz wie die große gebauet, doch hat sie nur Einen Stiefel und einen kleinen massiven Kolben, und macht ein charakteristisches Stück dieser Luftpumpe aus. Durch diese sogenannte Ventilpumpe wird vor jedem Hub die Luft über dem Deckelventile verdünnt. Dabei muß aber ihre Verbindung mit dem Recipienten unterbrochen werden, welches durch einen dreifach durchbohrten Hahn *C*, in der Verbindungsröhre *r*, Fig. 4, geschieht, durch dessen Hülfe diese Maschine sich, eben so wie die Smeaton'sche, auch zur Compressionsmaschine umstalten läßt. — Die gewöhnliche Barometerprobe steht vorn auf dem Boden der Pumpe; eine zweite, *XY*, mitten auf dem Querstücke *MM*, welches die Deckel der Pumpen verbindet, und diese zeigt sowohl beim Verdünnen als beim Verdichten die Expansivkraft der im Recipienten eingeschlossenen Luft. Das Gestell der Luftpumpe ist voll Kasten, worin das nöthigste Geräth für pneumatische Versuche zu finden ist.

Nicholson bemerkt hierbei, daß man sehr Unrecht thue, die Luftpumpen zugleich zu Compressionsmaschinen einzurichten, weil das mehr koste, als eine lange und schmale Spritze, die beim Verdichten der Luft viel wirksamer als jede

Luftpumpe sey. Auch empfiehlt er es sehr, die in Oehl getränkten Lederringe, welche zwischen zwei zusammenstossende Röhren, um sie luftdicht an einander zu schliessen, gelegt werden, in eine Vertiefung der einen Röhre zu versenken, wie es zum Beispiel Prince mit dem Lederringe *ss*, Fig. 4, zwischen dem Suctel und dem darunter stehenden Behälter thut. Ein solcher versenkter stark geölhter Ring, soll Jahr lang halten, indess ein freiliegendes häufig erneuert werden muß.

VII.

BESCHREIBUNG

*einer neuen hydraulischen Maschine
der Bürger*

MONTGOLFIER und ARGANT.

Die bekannten Physiker Montgolfier und Argant haben eine sehr einfache Maschine, unter dem Namen: *Bélier hydraulique*, erdacht, um durch die Geschwindigkeit der Strömung in einem Flusse das Wasser desselben zu erheben. Folgende Beschreibung derselben findet sich in einem der neuesten französischen Journale.* Die parallelepipedarische Röhre *aghl*, deren Wände sehr fest seyn müssen, (Taf. VI, Fig. 6.) liegt horizontal in der Richtung des Stroms. An ihrem Ende *h* ist ein Klappenventil *i* angebracht. Die Klappe wird vom Strome nach der Richtung *ig* um das Charnier *h* gedreht, und schließt sich bei einer Neigung von 45° , indem sie dann an den Vorstoß bei *g* angedrückt wird. Sich selbst überlassen, fällt sie zum Boden der Röhre hinunter, berührt diesen aber nicht ganz wegen des Eckstücks

*) *Bulletin des sciences, par la société philomatique, à Paris, An 6, Nro. 8, p. 58.*

ik. *) Auf der ersten Röhre steht die senkrechte Röhre *cbed*, welche das Ventil *bf*, seiner natürlichen Schwere überlassen, verschließt.

Oeffnet man die Röhre bei *a*, so strömt das Wasser hinein; das Ventil *i* schließt sich; und indem nun alles Wasser in der Röhre *aghl* plötzlich in seiner Bewegung gehemmt wird, drückt es nach allen Seiten gegen die Wände der Röhre, und hebt durch diesen Stoß nicht nur das Ventil *bf*, sondern steigt auch selbst in die vertikale Röhre *cbed* hinauf, bis die Schwere der erhobenen Wassersäule die durch den Stoß erlangte Bewegung gänzlich aufhebt. Alsdann würde sie zurücksinken, und das Ventil *bf* schließt sich. Das Ventil *i*, das nun auch seiner Schwere überlassen ist, würde ebenfalls zurücksinken, wenn nicht die Bewegung des Wassers es wieder zurückdrückte und so das vorige Spiel erneuerte. Dieses zweite Mahl theilt das Wasser in der Röhre *aghl*, indem das Ventil *i* sich schließt, die Grösse seiner Bewegung der Wassersäule in *cbed* mit, und erhebt sie abermals, bis der Druck dieser erhöhten Wassersäule wiederum diese Bewegung aufgehoben hat.

*) Dieses scheint in der Zeichnung fälschlich am obern Ende der Klappe angebracht zu seyn; weiter hinunter würde es diesen Dienst besser leisten. A.

Man überfieht hieraus, daß die Wirkung diefer Maschine von der Capacität der Röhre *agb* und von der Schnelligkeit des Stromes abhängt. Man muß übrigens ihre Wirkung nicht mit der in Pitot's krummer Röhre, deren horizontale Oeffnung man gegen den Strom hält, verwechfeln. Das Wasser erhebt ſich freilich auch in diefer, aber es bleibt bei einer gewissen Höhe ſtehen, weil es nur unendlich kleine Impulſe erhält, oder vielmehr, weil es nur den Druck des Waſſers, welches gegen die Oeffnung ſtrömt, erleidet, und dieſer Druck nur die entſtehende augenblickliche Bewegung, die dem Waſſer durch die Schwere eingedrückt wird, aufzuheben vermag. Aber in der Maſchine der Bürger Argant und Montgolfier wirkt das Waſſer in der horizontalen Röhre mit endlicher Geſchwindigkeit, nach Art ſtoßender Körper, und muß daher immer eine gewiſſe Bewegung dem Waſſer in der vertikalen Röhre mittheilen, wie hoch daſſelbe auch ſtehen mag. Das Princip, worauf dieſe Maſchine beruht, iſt daher vollkommen neu. *)

*) Die Theorie, welche ſich der mit L. C. unterſchriebene Verfaſſer dieſes Aufſatzes über die Wirkungsart der Maſchine macht, iſt hier zu unvollſtändig angedeutet, um ſie gehörig beurtheilen zu

Die Erfinder besitzen nicht nur von ihrer Maschine, wie sie so eben beschrieben ist, ein Modell, dessen Wirkung Mehrere gesehen haben, sondern sie ist von ihnen auch schon auf mehrere Arten sinnreich abgeändert worden. Um ihre Wirkungen stetig zu machen, setzen sie die senkrechte Röhre *bcdv* neben die horizontale *agbl*, und zwischen beide eine Art von Windkessel, in welchem die Luft, im Augenblicke, da das Ventil *i* sich schließt, zusammengedrückt wird; und diese Luft drückt das Wasser in die senkrechte Röhre hinauf. Figur 7 stellt einen Horizontalschnitt der so veränderten Maschine vor; *bb* ist das untere Charnier des Ventils, welches das Wasser in der Horizontalröhre zurückhält; *p* die Projection des oben verschlossenen Windkessels; und *q* die Projection der senkrechten Röhre. — Vermittelt zwei horizontaler Röhren, die sich nach entgegengesetzter Richtung öffnen, können sie die Strömung bei Ebbe und Fluth benutzen, und durch einen ähnlichen Mechanismus einen Heber, wie *abfd*, Fig. 8, so

können. Ueberhaupt ist in seinen Angaben und Beschreibungen alles gar sehr im Dunkel gehalten, und es läßt sich nicht recht beurtheilen, was Thatfachen, durch Versuche bewährt, oder was bloße Projecte sind.

d. H.

in Bewegung setzen, daß das Wasser aus dem niedrigeren Gefäße in das höhere hinansteigt. Ein Gewicht öffnet das Ventil *gf*. Während dieses offen, und das Ventil *kl* geschlossen ist, bringt man den Heber *abfe* durch Saugen, oder durch ein anderes Mittel zum Fließen. Sobald die Geschwindigkeit des Wassers groß genug ist, um das Ventil *gf* zu schließen, öffnet der Stofs des aufgehaltenen Wassers das zweite Ventil *kl*, und zugleich fließt eine gewisse Menge Wasser in das höhere Gefäß *d*, bis das Ventil *gf* sich wieder durch die Schwere des daran befestigten Gewichtes öffnet, da dann der Heber *abfe* wieder läuft, und so dauert das Spiel fort. Setzt man in *f* zwei Röhren, wie *fe*, an, so läßt sich dadurch ein beständiger Ausfluß aus der Röhre *d* bewirken, indem dann abwechselnd immer eins der beiden Ventile *fg* geschlossen ist. *) A.

*) Schwerlich möchte dieses Alles durch Versuche an Modellen bewährt seyn. Vielmehr scheinen uns viele der hier beschriebenen Wirkungen sehr zweifelhaft zu seyn. — Es ist übrigens aus mehreren gelehrten Blättern bekannt, daß Montgolfier und Argant, die über den *Bélier hydraulique* ein Patent auf 15 Jahre erhalten haben, wegen dieser Erfindung von Viallon in Anspruch genommen wurden. Beide waren bei ähnlichen Versuchen gegenwärtig, die dieser am 3ten Jul. 1797 anstellte, und

verbanden sich mit ihm, seine Entdeckung gemein-
 schaftlich zu verfolgen. Nach einigen Monaten ho-
 ben sie, unter dem Vorwande, daß die Versuche
 im Großen zu kostbar wären, den Contract wieder-
 auf, und stellten sogleich ein paar Tage darauf öf-
 fentliche Versuche an, die ihnen das Patent bewirk-
 ten. Diese Vorrichtung, sagt Viallon, sey auch
 keinesweges so vortheilhaft, als man nach der An-
 zeige seiner Gegner vermuthen sollte, und nur in
 einzelnen Fällen von Nutzen. Es gehöre z. B., um
 Wasser dadurch bis auf 100 Fuß Höhe zu heben,
 10 Fuß Fall und 100 Fuß Länge für die Röhren &
 Umstände, bei denen die bekannten hydraulischen
 Maschinen weit mehr leisten würden. Montgol-
 fier und Argant erwiederten darauf, ihre Ma-
 schine sey von der Maschine Viallon's ganz ver-
 schieden, dieser habe das Princip, welches sie lei-
 tete, aus einem falschen, oder wenigstens aus einem
 von dem ihrigen sehr verschiedenen Gesichtspunkte
 betrachtet, und in Argants Destillirwerken sey
 dieses Princip schon seit 17 Jahren angewandt wor-
 den — Boulton und Watt, denen sie ihren
Bélier hydraulique mittheilten, sollen noch 4 andere
 Methoden angegeben haben, die nämliche Wirkung
 nach denselben Grundsätzen hervorzubringen, ohne
 deshalb weitere Ansprüche auf die Ehre der Erfin-
 dung dieser Maschine zu machen.

d. H.

VIII.

Ü b e r

einige Eigenschaften des Platins,

v o n

Bürger GUYTON. *)

1. *Specificisches Gewicht des Platins.*

Briffon bestimmt das specificische Gewicht des Gufsplatins auf 19,5, des geschmiedeten Platins auf 20,236. Der Graf von Sickingen giebt dagegen diesem letztern ein specificisches Gewicht von 21,061, und Chabaneau versichert wie-

*) Ein Auszug aus einer Vorlesung Guytons im Nationalinstitute der Wissenschaften, welche in den *Annales de Chymie*, Nro. 73, An. 6, p. 1 — 20, abgedruckt ist. Ich vertausche übrigens, nach Grens Beispiele, den Namen der Platina, mit dem des *Platins*, um die Analogie mit den übrigen Metallnamen beizubehalten. A.

Zwar enthält das so eben erscheinende Stück des *Schererschen Journals der Chemie* eine Uebersetzung der ganzen Vorlesung; dennoch glaube ich diesen kurzen Auszug, der bloß das Physikalische mit Uebergang des Chemischen enthält, nicht unterdrücken zu müssen. d. H.

derholt, *) das Gewicht des reinsten Platins in Blech geschlagen, sey fast 24.

Ich erhielt durch den Bürger Gregoire von Chabaneau ein feines Platinblech, wog es, und fand sein specifisches Gewicht nur 20,833. Dagegen wog ich einen Platindrath, der hier verfertigt war, dessen specifisches Gewicht 20,84 betrug; **) er war daher von ungleich grösserer Reinheit.

2. Zusammenhalt oder Cohärenz des Platins.

Nehme ich Sickingens sehr sorgfältige Beobachtungen ***) über die Cohärenz der andern Metalle und die höchste der Bestimmungen aus meinen Versuchen über den Zusammenhalt des Platins; ****) so folgen die Metalle in folgen-

*) *Elementos de ciencias naturales*, Madrid 1790, Tom I, pag. 14.

**) Briffon bestimmt das specifische Gewicht des Platindrahts auf 21,041, des Platinblechs auf 22,069. *Pésanteur spécifique des corps par BRISSON*, à Paris 1787. A.

***) Des Grafen von Sickingen *Versuche über die Platina*, Mannheim 1782.

****) Der Graf von Sickingen, der Einzige, der bisher Versuche über den Zusammenhalt des Pla-

der Ordnung: Es zerrifs, bei zwei Millimeter Dicke,

					Kilogr.
Eisen durch ein Gewicht von	—				249,659
Kupfer	—	—	—	—	137,199
Platin	—	—	—	—	124,690
Silber	—	—	—	—	85,062
Gold	—	—	—	—	68,216

tins angestellt hat, fand, daß Platin- und Golddraht 0,3 Linien im Durchmesser und 2 Fuß lang, jener 262361,714, dieser nur 152988 Gran tragen konnte, ehe sie rissen. Ich ließ einen Platindraht ziehen, der genau 2 Millimeter dick, 11,175 Centimeter lang und 8,372 Grammen schwer war, faßte seine beiden Enden mit zwei starken Schraubenstöcken, deren Kneife mit Rinnen aus polirtem Kupfer versehen waren, befestigte einen dieser Schraubenstöcke an einen Wagebalken, und beschwerte den andern Arm der Wage mit Gewichten, bis der Draht rifs. Das geschah in 3 Versuchen, bei 118,850, 116,87, 124,69 Kilogrammen, (ungefähr 243, 239, 255 Pfund,) und dieser letzte Versuch giebt für das Platin eine noch stärkere Cohäsion, als sie der Graf von Sickingen gefunden hat. Denn reducirt man seinen Versuch auf einen Draht, 2 Millimeter dick, nach dem Verhältnisse des Quadrats der Durchmesser, so würde darnach ein solcher Draht 116,954 Kilogrammen getragen haben.

G.

3. Adhärenz zwischen Platin und Quecksilber.

Ich verfertigte auf der Drechselbank eine Platinscheibe von 12 Linien, (2,71 Centimeter,) im Durchmesser, die 10,2371 Gramm wog, hing sie an eine Wage und brachte sie ins Gleichgewicht. Darauf drückte ich die Scheibe nach einem Quecksilberbecken unter derselben nieder, und erhielt folgende Größen der Gewichte, bei welchen die Scheibe sich losrifs.

1. 58,91 Decigrammen oder 109 Gran.
2. 77,95 Decigrammen oder 146 $\frac{7}{8}$ Gran.
3. 149,8 Decigrammen oder 282 $\frac{25}{100}$ Gran.

Beim letztern Versuche hatte ich das Platinscheibchen zwei Tage auf dem Quecksilber stehen lassen. Er scheint daher das Maximum der Adhärenz anzugeben. Bei den ersten Versuchen war kein Quecksilber am Platin hängen geblieben; bei dem letztern hatte es sich umher etwas erhoben; auch waren einige Tropfen nach dem Abreißen daran hängen geblieben, welches die gewöhnliche Meinung widerlegt, daß Platin so wenig als Eisen vom Quecksilber genäßt werde. Das Platin erhält hiernach in seiner Adhärenz.

nz mit dem Queckfilber den Platz zwischen Wismuth und Zink. *)

Ich versuchte darauf, ob die Adhärenz zwischen dem Queckfilber und der Platinscheibe nicht grösser seyn würde, wenn ich es bis zum Weissglühen erhitzte, da hierdurch sein Zusammenhalt geschwächt wird. Aber ich fand mich getäuscht, da jetzt die Adhärenz schon durch 58 Decigrammen aufgehoben wurde. Ich glaube dies daraus erklären zu können, daß die Oberfläche nicht genügend gereinigt werden konnte; **) denn die Verminderung des Zusam-

*) Wismuth 372 Gran;
Platin 282,25 Gran;
Zink 204 Gran.

Siehe *Anfangsgründe der theoretischen und praktischen Chemie*, von den Herren DE MORVEAU, MARRE und DURAND, Leipzig 1779, Th. I, S. 49; wo Guyton zeigt, daß diese Adhäsionen sich nach der Verwandtschaft, in welcher die Amalgamas sich bilden oder zersetzen, zu richten scheinen. Siehe auch *Observat. de Physique de Mr. l'Abbé ROZIER*. Tom. I, pag. 172, 460.

A.

**) Diese Erklärung scheint mir nicht ganz befriedigend. Eher möchte hier an das Verdampfen des Queckfilbers beim Glühen des Platins zu denken seyn, welches den Zusammenhang zwischen den Queckfilbertheilchen vermindert und ihre Trennung befördert.

A.

menhalts zwischen den Theilen des Platins hatte doch die Wirkung gehabt, daß das Platinscheibchen mit Quecksilber bedeckt war, welches sich indess leicht davon abnehmen liefs.

4. *Amalgamation des Platins.*

Ich setzte ein Stück Platin in Quecksilber einer Hitze des Sandbades bis zum Rothglühen, oder bis zum siebenten Grade des Wedgwood'schen Pyrometers aus. Merkwürdig war es hierbei, daß das Platinstück, ungeachtet seines größern specifischen Gewichts und ungeachtet ich es wiederholt untertauchen liefs, immer zurückkam und oben auf schwamm. *) Ich sah

*) Diese merkwürdige Erscheinung, deren Erklärung Guyton zu geben unterläßt, klärt sich bald auf, sobald man die nachher angeführte Erscheinung, daß das Platinstück untergesunken sey, nachdem es sich amalgamirt, damit zusammenstellt. Hier sowohl, wie bei einigen andern specifisch-schwerern Materien, welche dessen ungeachtet in Flüssigkeiten nicht unter sinken, ist die Anziehung der Flüssigkeit unter sich stärker, als die Anziehung gegen den schwimmenden Körper und die Kraft, mit welcher der Körper zu sinken strebt. Es ist daher dieses Phänomen ganz dem Niedrigstehen des Quecksilbers in einem gläsernen Haarröhrchen analog. Doch darüber vielleicht an einem andern Orte.

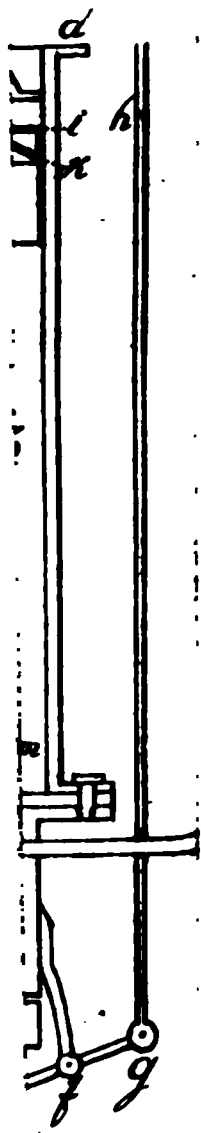
mich daher genöthigt, es mit einer Glasröhre unter dem Quecksilber zu halten. Nachdem der Glaskolben, in welchem sich das Quecksilber befand, wieder erkaltet war, nahm ich die Glasröhre heraus, und nun stieg das Platinstück nicht mehr in die Höhe. Als das Quecksilber abgegossen wurde, sah die Platte wie ein frisch verzinnertes Metall aus; und nachdem die daran hängenden Tropfen abgeklopft waren, fand sich ihr Gewicht um die Hälfte vermehrt. An dem erhabenern Theile des Metalls konnte man Spitzen bemerken, welche auffallende Aehnlichkeit mit den KrySTALLen hatten, die man in andern Amalgamen bemerkt. Die Platte war über dies sehr leichtbrüchig geworden.

Da ich ein Stück dieses Metalls dem Feuer aussetzte, verminderte sich dessen Dicke, es wurde wieder streckbar, und war auf seiner Fläche mit einem schwarzen Pulver bedeckt, welches ich für Platinkalk, (in Salpetersäure auflöslich,) erkannte.


Aus diesen Erfahrungen, welche ich nachher noch einmal wiederholt habe, ziehe ich den Schluß: daß sich Platin in der Wärme mit dem Quecksilber amalgamire; daß dieses Amalgama sich auch krySTALLinisch wie bei den andern Metallen darstelle; daß endlich das Platin, wie Gold,



—

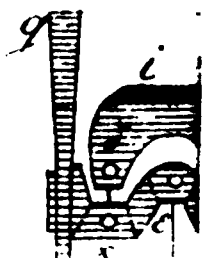


B. 3. 34

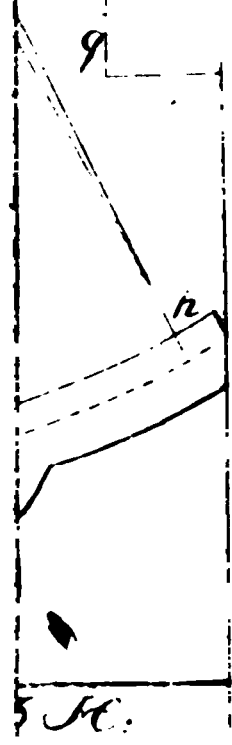
eine dritte Art von Electrification anzunehmen.  theilt nämlich das electriche Fluidum in drei Strahlenarten, in den gläsernen, harzigen und Lebensstrahlen. Durch diesen wird erklärt, wo es ihm mit jenen nicht gelingt: er erklärt durch denselben sogar die Galvanischen Versuche, die er, wie er eingesteht, nur dem Namen nach kennt; sogar den Scheintod hofft er durch jene Lebens-Electricität, die ihm zugleich eine neue Sorte von Weltseele ist, zu entdecken, und in dieser Rücksicht nennt er jenes Gefäß mit Wasser Psychoskop, das Siegellackstück Sensitif, und die Verbindung desselben mit dem isolirten Metalle Conjunction.

Doch ich will Sie nicht länger mit der Erzählung der übrigen Curiositäten in diesem Buche aufhalten, das durchgängig mehr ein Herumtappen als ein Suchen nach Wahrheit ist. Ich füge nur noch die Abbildung der drei Sorten von Electricität hinzu, (Taf VI, Fig. 9.) Interessant ist übrigens eine Zusammenstellung verschiedener Meinungen über das Leuchten des Meeres; sie ist das Einzige, wo der Verfasser seine Leser nur selten mit eignen Ideen belästigt. — — — Wozu eine Uebersetzung dieser Schrift dienen soll, welche ich vor einigen Tagen in der Litteraturzeitung angekündigt fand, sehe ich nun freilich nicht ein; aber der Uebersetzer mag wohl mit desto mehr Gewissheit wissen, daß sie ihm nutzen könne.

A.



Fig



Mc

ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

*• einer sehr einfachen Luftpumpe, welche
die gewöhnlichen an Güte übertrifft,*

von

Herrn D. van MARUM

in Haarlem. *)

So oft ich es unternahm, die Luft aus grossen Gläsern auszupumpen, z. B. aus den Ballons von 13 Zoll Durchmesser, bei dem Versuche über die Zusammensetzung des Wassers und über das Verbrennen des Phosphors im Sauerstoffgas, wurde ich über das Langweilige des Processes mit einer gewöhnlichen Luftpumpe, und darüber verdrießlich, daß es mir selbst mit der neuesten Luftpumpe von Cuthbertson nicht gelingen wollte, die Luft bis auf den erwünschten Grad

*) *Description de quelques Appareils chimiques de la
Fondation Teylerienne etc., p. 101 — 114.*

~~zu verdünnen.~~ Dieses veranlaßte mich, auf eine verbesserte Einrichtung eines so unentbehrlichen Instrumentes zu finnen, um, wo möglich, es zu vereinfachen, da es mir auf diesem Wege gelungen war, schon mehrere andere Apparate zu vervollkommen.

Der Professor Senguerd zu Leiden hatte um das Jahr 1697 eine sehr einfache Luftpumpe angegeben, deren Hahn mit der Hand gedreht wurde, und deren Stiefel $3\frac{1}{2}$ Zoll weit und 25 Zoll lang war. Bei einer solchen GröÙe des Stiefels wurde der Recipient sehr schnell ausgeleert, doch wollte es nicht gelingen, die Verdünnung sehr weit zu treiben. Seitdem hat diese einfache Maschine keine wesentliche Verbesserung erhalten, indem man sich nur bemühte, sie so einzurichten, daß man des Drehens am Hahne überhoben würde, und zu dem Ende entweder den Hahn durch die Maschine selbst in Bewegung setzte, oder statt seiner Ventile anbrachte. Mehrentheils zog man Luftpumpen mit *doppeltem Stiefel*, deren jeder nicht so voluminös ist, der Senguerdischen Maschine vor, weil sie weniger Platz als diese einnehmen, und sich bequem auf einem Tische handhaben lassen. Auch nahm man, weil die Hähne sich bald abnutzen, statt ihrer lieber Ventile, verschloß den Stiefel oben luftdicht, und

ließ die Kolbenstange durch eine Lederbüchse gehen, um dadurch dem Anhängen der Ventile entgegen zu arbeiten, welches sonst die Wirkung dieser Pumpen beträchtlich schwächte. So wurde die Luftpumpe immer mehr und mehr zusammen gesetzt, und jeder Zusatz erzeugte seine eignen Mängel. *)

John Cuthbertson hat vor kurzem Luftpumpen gebauet, die weder Hahn noch Ventil haben, sondern sich vermittelst einer andern scharfsinnigen, doch sehr zusammengesetzten Vorrichtung abwechselnd öffnen und schließen. Wenn diese Luftpumpen neu sind, verdünnen sie in der That die Luft stärker als die gewöhnlichen, behalten diesen Vorzug aber nur so lange, bis sich das Oehl in ihnen mit der Zeit verdickt, wie ich dieses selbst in den Jahren 1791 und 1792 an einer Pumpe erfuhr, die Cuthbertson für das

*) So z. B. gesteht selbst Nicholson, daß es nach den Versuchen Brooke's, (*Miscellaneous Experiments and Remarks on Electricity etc.*, Norwich 1789, p. 123,) sehr zweifelhaft bleibe, ob Smeaton's Veränderung der gemeinen Ventilpumpen für eine wahre Verbesserung zu halten sey. Nach Nicholson's Versicherung hat man in England nie, oder wenigstens nicht in neuern Zeiten, Luftpumpen mit Hähnen gebauet, sondern alle englische sind Ventilpumpen.

Teylersche Museum gemacht hatte. Auch verdünnt diese Maschine die Luft in großen Recipienten nur sehr langsam, da die Stiefel nur $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und die Kolben nur einen Hub von 9 Zoll haben. Ueberdies ist sie zusammengesetzter, mithin kostbarer und wandelbarer, als irgend eine der frühern. *)

*) Cuthbertson verwandelte eigentlich die drei Blasenventile der Smeatonschen Luftpumpe in drei Kegel- oder Cylinderventile, welche beim Spiele des Kolbens sich gehörig öffnen und schliessen, und deren Wirkung besonders auf den beiden Oehlbältern über jedem Stiefel, und auf der Circulation des Oehls im Stiefel beruht. Cuthbertson selbst, der anfangs in Amsterdam lebte und jetzt in London fixirt ist, verdünnte mit seiner Maschine die Luft so stark, daß sie in der Barometer- und in der Heberprobe nur noch eine Quecksilbersäule von $\frac{1}{4}$ Linie, ja bei recht trockener Luft nur von $\frac{1}{10}$ Linie trug. Adet, in den *Annales de Chymie*, Nr. 74, 1798, p. 165, macht ihm die Erfindung der nach ihm benannten Luftpumpe streitig, und schreibt sie dem Bürger Ami Argant zu, dessen 1776 in Paris ausgeführte und im dritten Bande der *Leçons élémentaires de Physique* von Sigaud de la Fond beschriebene Luftpumpe, große Aehnlichkeit mit der Cuthbertsonschen haben soll. Auch erwähnt er eines französischen Künstlers Frontin, der Luftpumpen bauet, deren Ventile sich nicht durch den Luftdruck, sondern mechanisch öffnen. Zwei solche Luftpumpen nach Sadler's Einrichtung, sind im dritten Stücke der *Annales*

Um meine Luftpumpe so einfach als möglich zu machen, zog ich einen Stiefel, so groß als ihn Senguerd nahm, d. h., $3\frac{1}{2}$ Zoll weit und 25 Zoll lang, zwei Stiefeln vor, stellte ihn aber nicht schief, wie Senguerd, sondern senkrecht, wie er in Taf. VII, Fig. 1, abgebildet ist. Durch diese Stellung erhielt ich den Vortheil, daß der Hahn von dem, der die Pumpe in Bewegung setzt, mit dem Fusse gedreht werden konnte, statt daß er in der ältern Maschine mit der Hand gedreht wird, und dazu dient eine leichte Vorrichtung am Hahne, welche Taf. VIII, Fig. 1, darstellt.

Der Hahn *ss* sitzt in einem cylindrischen Stücke unter dem untern Boden *rr* des Stiefels; Fig. 1, 2 und 3 stellen dieses Stück in einem vertikalen Durchschnitte, auf den achten Theil der wahren Gröfse reducirt, vor. Das vordere Theil des Hahnes trägt einen 6 Zoll langen Stab *ab*, und auf diesem ein halbes eisernes Kreuz *cde*, (Fig. 2,) wovon man in Fig. 1 nur den einen Arm *c* sehen kann. Steht der Stab *ab* senkrecht, also *cde* horizontal, so ist der Hahn

beschrieben worden, und zugleich die Vorrichtung, durch welche Prince die Fehler der Smeaton'schen Luftpumpen, auf eine andere Art als Cuthbertson zu verbessern sucht. *d. H.*

geöffnet; der Stiefel steht mit dem Recipienten auf dem Teller in Verbindung; und zieht man den Kolben heraus, so wird die Luft im Recipienten verdünnt. Ehe man den Kolben wieder hinunter stößt, muß der Hahn geschlossen werden, indem man den Fuß etwas schief gegen *c*, (Fig. 1.) setzt, und so den Hahn nach der rechten Seite zu dreht, bis, nach einer Viertelumdrehung, der Arm *d* auf den Boden des Gestells aufstößt, (Fig. 2.) Dann ist der Recipient geschlossen, hingegen der Stiefel mit der äußern Luft in Verbindung gesetzt; und treibt man nun den Kolben hinunter, so geht alle Luft aus dem Stiefel durch den Hahn hinaus. Sobald der Stempel auf den Boden aufstößt, muß der Hahn wieder zurückgedreht werden, indem man den Fuß unter das Stück *c* setzt, und ihn etwas hebt. Eine Kette, die an *cd* und das Gestell befestigt ist, (Taf. VII, Fig. 1,) verhindert, daß der Hahn hierbei nicht zu weit zurück gedreht werde. Dieses Drehen des Hahns mit dem Fusse geht so leicht, daß man es selbst einem ungeschickten Handlanger, der an der Kurbel arbeitet, anvertrauen kann, und daß es sehr überflüssig wäre, noch einen Mechanismus anzubringen, um einer Bewegung entübrigt zu seyn, die so geringe Aufmerksamkeit fordert.

Eine zweite Verbesserung erhielt meine Luftpumpe dadurch, daß ich den untern Boden des Kolbens und des Stiefels mit Schmirgel über einander abreiben ließ, damit sie völlig an einander schliessen, und so wenig schädlichen Raum als möglich lassen möchten; ein Umstand, auf den in der Senguerdischen und einigen andern Luftpumpen nicht genug gesehen ist. Da der Kolben zu lang und zu genau gearbeitet ist, als daß er aus der vertikalen Lage weichen könnte, so müssen beide abgeriebene Ebenen beim jedesmaligen Herabgehen des Kolbens genau zusammenpassen, und zwischen ihnen bleibt keine Luft. Ueber dies ist der Boden nicht auf die gewöhnliche Art an den Stiefel angeschraubt oder angelöthet, sondern er schließt genau an den Rand *aa*, (Taf. VIII, Fig. 4 und 5,) der gleichfalls vollkommen eben ist, und wird darauf mit 6 Schrauben befestigt. Ein wenig weiches Wachs zwischen diesen Rand und das messingene Bodenstück gelegt, verwehrt der Luft allen Durchgang zwischen beiden. Auf diese Art gelingt es besser als auf die gewöhnliche, alle schädliche Luft zwischen Boden und Kolben zu vermeiden, und dieser Einrichtung schreibe ich es hauptsächlich zu, daß die Luft sich mit meiner Luftpumpe in einen so hohen Grad verdünnen läßt.

Den ganzen Bau der Maschine zeigt Taf. VIII, Fig. 5, in welcher die Luftpumpe von der Seite gesehen wird. Der Teller *AA* ruht auf der Säule *B*, und die Communicationsröhre *CD* verbindet den Stiefel mit dem Recipienten auf dem Teller. Die punktirten Linien zeigen, wie diese Röhre und die Stücke unter dem Stiefel und unter dem Teller durchbohrt sind. Der messingene Ring *e*, in welchen die Verbindungsröhre eingelöthet ist, wird an das Messingstück *g* durch die Schraube *f* angedrückt, und zwei lederne in Oehl getränkte Ringe, die zu beiden Seiten des messingenen liegen, verwehren der Luft den Durchtritt durch die Fugen. Auf eine ähnliche Art ist die Röhre *CD* vermittelt des Ringes *h* an das Messingstück *ii* befestigt, auf welches der Teller angelöthet ist. Dieser Ring *h* hat inwendig einen Falz, der in seiner Mitte rings um ihn herum geht, (man sieht ihn in dem senkrechten Querschnitte Taf. VIII, Fig. 6, bei *m* und *m*,) und die Schraube *k* ist nach den punktirten Linien dieser Figur durchbohrt, so daß, bei jeder Lage der Schraube, die Verbindung zwischen der Röhre *CD* und dem Teller der durchgehenden Luft vermittelt des Falzes offen bleibt. Die Verbindungsröhre ist aus zwei Röhren, *C* und *D*, zusammengesetzt, die auf die vorhin erwähnte Art

einander gefügt sind. Der Ring n , dem vori-
 en b in allem ähnlich, ist an die Röhre C ange-
 het, und vermittelt der Schraube p , der vori-
 en k ähnlich, an die Röhre D angeschroben.

Der Hahn liegt ziemlich dicht unter dem Bo-
 en des Stiefels, damit der schädliche Raum im
 nfange des Kanals l , zwischen dem Ende des
 tiefels und dem Hahne, nur unbedeutend sey.
 Dieser Raum ist nur $\frac{3}{4}$ Zoll lang und $\frac{1}{12}$ Zoll weit. *)
 Taf. VIII, Fig. 1 und 5, zeigen den Hahn in der
 age, in welcher Stiefel und Teller in Verbin-
 ung sind; Fig. 2, wie er, um einen Viertelum-

*) Auch diesem schädlichen Raume müßte sich auf
 eine ähnliche Art, wie in der Cuthbertson'schen Luft-
 pumpe abhelfen lassen, wenn man aus dem untern
 Theile des Kolbens einen dünnen Stöpsel hervor-
 gehen liesse, der, wenn der Kolben auf den Boden
 des Stiefels aufstößt, genau die Röhre l bis zum
 Hahne ausfüllte. Sollte dieses Schwierigkeit haben,
 so müßte man die Röhre l weiter als die Durchboh-
 rung des Kolbens machen, und ein wenig Oehl
 über den Hahn gießen. Dieses füllte dann, wie
 in der Sadler'schen Luftpumpe, (die im vorigen
 Stücke beschrieben ist,) den Zwischenraum zwi-
 schen dem lose gehenden Stöpsel und der Röhre
 aus, und höbe so vollends den schädlichen Raum
 auf. Läuft dabei auch etwas Oehl durch den Hahn,
 so möchte das so viel nicht schaden, und liesse
 sich dadurch ersetzen, daß man etwas Oehl über
 den Kolben gösse.

gang gedreht, die Verbindungsröhre *CD* verschließt, und der Luft im Stiefel, wenn der Kolben hinab geht, einen freien Durchgang nach außen öffnet; Fig. 3, wie er nach der entgegengesetzten Seite um einen halben Umgang gedreht, (da dann der Arm *e* in Fig. 2 auf den Boden aufstößt,) den Stiefel verschließt und den Recipienten mit der äußern Luft in Verbindung setzt.

Der untere Boden des Stiefels ruht auf einem Messingringe, (Taf. VII, Fig. 1,) dessen senkrechten Durchschnitt man bei *b, b*, Taf. VIII, Fig. 4, sieht. Diesen Ring stützen vier kleine Säulen von Messing, $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch, die unten in einen zweiten ähnlichen Messingring *cc* eingeschoben sind, und dieser untere Messingring liegt unmittelbar auf dem Brette, welches die ganze Maschine trägt. Auf diesem Brette wird der Stiefel unbeweglich vermittelt des parallelepipedarischen Holzes *dd* erhalten, welches auf 2 starken Holzsäulen ruht, und auf sie durch die beiden messingenen Vasen *ee* festgeschoben ist. Es gehen nämlich mitten durch diese Säulen zwei eiserne Stangen *ff*, die sich in Schrauben endigen, wozu oben die beiden Vasen als Mütter, unten zwei andere messingene Mütter *gg* gehören, vermittelt deren sie unter dem Fußbrette stark angeschoben werden.

In Figur 4, welche einen senkrechten Durchschnitt der Maschine, durch die Mitte jener Rollen und des Stiefels darstellt, sieht man das Rad und die gezähnte Kolbenstange, durch welche der Kolben bewegt wird; auch einen senkrechten Durchschnitt des *Kolbens*, durch seine Achse. Die dicke Messingscheibe *bb*, welche auf der gezähnten Kolbenstange sitzt, endigt sich in ein cylindrisches Stück *i*, in welches die Schraube *k* der untern Messingscheibe *ll* eingreift. Der Raum zwischen *bb* und *ll* ist mit ledernen Ringen ausgefüllt, die durch das Anziehen der Schraube *k* stark zusammengepresst, und dann auf einer Drehbank vollkommen cylindrisch und abgedreht werden, daß der Kolben aufgesetzt in den Stiefel hinein paßt.

In die Messingplatte *ii*, (Fig. 5,) welche unmittelbar den Teller der Luftpumpe trägt, ist noch ein messingener Theil *q*, der mit einem Hahne *m* versehen ist, eingeschraubt, und in diesen Theil wiederum, auf die schon oben mehrmals beschriebene Art, die messingene Röhre *o*. Die Glasröhre *nn*, welche in die Röhre *o* eingestülpt ist, dient als Barometer für die Luftpumpe, und hängt zu dem Ende bis nahe an den Boden des Glases *p* hinab, das zur Hälfte mit Quecksilber angefüllt wird. Neben der Röhre schwimmt

auf dem Quecksilber im Glase *p* eine auf Holz gezeichnete Scale, die nach Zoll und Linien abgetheilt ist.

Statt des abgekürzten Barometers, das man gewöhnlich neben dem Teller anbringt, bediene ich mich einer heberförmigen Glasröhre, (Fig 7.) deren einer Schenkel *aa* zugeschmolzen und mit gut ausgekochtem Quecksilber gefüllt ist. Sie wird an eine Scale aus Elfenbein befestigt, die nach Linien eingetheilt ist, und auf einem messingenen Fusse steht, und läßt sich bei dem wenigen Raume, den sie einnimmt, in den meisten Versuchen mit unter den Recipienten setzen. Der Ueberschuß der Quecksilberhöhe in *aa* über die in der Röhre *bb*, am Ende der Verdünnung, mißt den Druck der Luft oder der elastischen Dünste, die sich dann noch im Recipienten finden, so genau als man es nur immer wünschen kann.

Ich habe mehrmals versucht, bis auf welchen Grad ich vermittelst meiner Luftpumpe die Luft des Recipienten nach Angabe dieser Barometerprobe wohl verdünnen könnte, und nahm dabei mit Fleiß als Recipienten einen Ballon von 906 Kubikzoll Inhalt; eine Gröfse, bei welcher sich die Verdünnung bekanntlich nicht so weit als in kleinern Recipienten treiben läßt. Und doch brachte

ich es wiederholt dahin, daß die Quecksilberhöhe nur noch 1^{'''} betrug. In kleinern Recipienten von 50 bis 100 Kubikzoll, brachte ich die Verdünnung oft bis auf $\frac{1}{2}$ Linie Quecksilberhöhe. Diesen höchsten Grad von Verdünnung erhielt ich doch nur eine kurze Zeit unmittelbar nach der Vollendung, oder nach einer Reinigung der Maschine. Nach wenigen Tagen hat sich gewöhnlich Feuchtigkeit aus der Luft in den Stiefel und die Verbindungsröhre abgesetzt, und diese verwandelt sich, sobald die Luft bis auf einen gewissen Grad verdünnt ist, in eine elastische Flüssigkeit, und verhindert die größte Wirkung der Maschine. Um den höchsten Grad der Verdünnung, den eine Luftpumpe leistet, zu finden, muß man sie daher mehrere Tage lang in einer sehr trockenen Luft oder an der Sonne stehen lassen, damit sie inwendig recht austrockne; oder noch lieber die Pumpe inwendig reinigen, und die Theile einzeln trocknen. Das Factum und diesen Grund desselben haben auch die Versuche des Herrn NAIRNE, (*Philosophical Transaction*, 1777,) gelehrt.

Bei mehrern chemischen Versuchen muß aus einem verschlossenen Gefäße ein Theil der darin enthaltenen Luft in ein anderes Gefäß gebracht, und dort geprüft werden. Um dieses mit mei-

ner Luftpumpe bewerkstelligen zu können, lie-
 ich an den Hahn das Messingstück *ab*, (Fig. 8,) an-
 schrauben, dessen konisches Stück *a* in die ko-
 nische Vertiefung *s* am Ende des Hahnes, (Fig. 1) hi-
 neinpafst, und von der Schraube *cc* darin fest-
 gehalten wird. Das Stück *ab* ist der Länge nach
 durchbohrt, wird am andern Ende durch ein ge-
 wöhnliches ledernes Ventil verschlossen, und hier-
 pafst die messingene Schraube *fg* darauf, die, an-
 gezogen, an den Rand *ee* andrückt, so daß ein
 wenig weiches Wachs um *ee* gelegt, der Luft
 den Durchgang zwischen beiden Schrauben wehrt.
 Eine biegsame Röhre, an deren Enden zwei ko-
 nische Röhren angeküttet sind, wird, nach meiner
 gewöhnlichen Art, mit dem einen Ende in die
 konische Oeffnung *g* jener Schraube befestigt,
 und mit dem andern Ende in die konische Oeff-
 nung des Messingstücks Fig. 9, das vermittelt
 der Schraube *a* an die Wand der pneumatischen
 Wanne angeschroben wird, und sich in eine
 Glasröhre endigt, durch welche die Luft, die
 zum Hahne hinaus geht, in ein Gefäß, das auf
 dem Brette der pneumatischen Wanne steht, ge-
 leitet wird. *)

*) Wer das von Herrn Lüdike im ersten Hefte
 dieser Annalen beschriebene Cylindergebläse zum

Vorrichtung, die Luft zusammenzudrücken.

Die Luftpumpe, welche ich hier beschrieben habe, hat den Vorzug, daß sie ohne die mindeste Veränderung sich auch sogleich zum Comprimiren der Luft brauchen läßt. Bringt man nämlich den Hahn in die Lage der zweiten Figur, und zieht den Kolben hinauf, so tritt atmosphärische Luft von außen in den Stiefel. Dreht man darauf den Hahn in die Lage der ersten und vierten Figur, und treibt den Kolben herunter, so wird die Luft aus demselben in den Recipienten, der auf dem Teller steht, gepreßt, und darin condensirt.

Der Recipient ist ein gläserner Cylinder *A*, (Taf. VIII, Fig. 10,) 13 Zoll hoch, 5 Zoll weit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit geschliffnen Rändern. Er steht auf einer vollkommen ebenen Messingscheibe *B*, die $\frac{1}{2}$ Zoll dick, und unten mit einem eingeschrobenen Hahne *C* versehen ist, vermittelst dessen er sich auf dem Teller der Luftpumpe befestigen läßt. Der Cylinder wird mit einem konischen Hute *D* bedeckt, dessen Rand gleichfalls eine vollkommene Ebene bildet. Der eiserne

Glasblasen besitzt, kann diesen complicirten Zusatz zur Luftpumpe füglich entbehren. d. H.

dreiarmlige Bügel *EFG*, den Fig. 11 einzeln vorstellt, und die Schraube *H*, dienen, die Platte *B* und den Hut *D* stark an die Ränder des Cylinders anzudrücken, die zuvor mit etwas erweichtem Wachse beschmiert werden müssen, damit die zusammengedrückte Luft nicht durch diese Fugen entweiche. Das Ende der Schraube *H* drückt auf eine kleine Höhlung in der Mitte des Hutes *D*, in der sie sich zugleich dreht. Da die Arme des Bügels *EFG* an drei Stellen, die gleich weit von einander abstehen, unter die Platte *B* unterfassen, so kann man sich darauf verlassen, daß sie und der Hut *B*, wenn man die Schraube *H* anzieht, überall mit gleicher Kraft an den Cylinder angedrückt werden. Man läuft daher, auch bei einem sehr starken Drucke, nicht Gefahr, den Cylinder zu zerbrechen, und kann ihn so fest anschrauben, daß die Luft auch bei der stärksten Verdichtung nicht hinaus dringt.

Zu dieser Vorrichtung, um die Luft zu verdichten, gehört noch ein Ventil, welches der verdichteten Luft, während der Stempel in die Höhe geht, den Rücktritt nach dem Stiefel verwehrt. Dieses stellt Fig. 12 in einem senkrechten Durchschnitte vor. Das durchbohrte Messingstück *a* läßt sich in den Teller einschrauben, hat an seinem Ende ein gewöhnliches Lederven-

il *b*, und es wird darüber das Stück *c* geschraubt, n welches sich zugleich auch der Hahn des Compressionsrecipienten schrauben läßt.

Als *Verdichtungsmesser* dient eine in dem Recipienten hängende heberförmige Glasröhre, deren einer Schenkel oben zugeschmolzen ist und eine 4 Zoll hohe Luftsäule enthält. Im andern offenen Schenkel ist Quecksilber. Wird die Luft in dem Recipienten verdichtet, so treibt ihr stärkerer Druck das Quecksilber in den andern Schenkel mit Luft hinauf, und die Verkürzung der Luftsäule in diesem Schenkel, die man an der Skala mißt, vor der die Röhren befestigt sind, zeigt, dem Mariottischen Gesetze zu Folge, den Grad der Verdichtung, den man erreicht hat.

II.

Ueber

den bisher noch nicht beachteten Einfluss der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichtes fester Körper

VON

dem Bürger HASSENFRATZ. *)

Die Physiker stellen es als einen Grundsatz auf, daß ein Körper, der in eine Flüssigkeit geraucht ist, gerade so viel von seinem Gewichte verliert, als das Gewicht der Flüssigkeit beträgt, die er aus der Stelle drückt. Ferner nehmen sie an, daß, wenn ein Körper in mehrere Theile zerstückt wird, sein Volumen sich dadurch nicht ändert, so daß immer die Summe aller getrennten Theile zusammengenommen, dem Volumen des ganzen Körpers gleich sey: **) Nach diesen Grundsätzen

*) *Annales de Chimie*, Paris, an VI, Nro. 77, pag. 188 — 203. *Suite du premier Mémoire de l'Aréométrie.*

**) Das möchten die Physiker doch wohl bloß von durchgängig dichten Körpern, ohne Zwischenräume, nicht aber von porösen Körpern behaupten, wo die Poren zwar mit zum Volumen des ganzen

müßte ein (nicht-poröser) Körper, der einmal ganz, das andere Mal zerstückt, bei gleicher Temperatur in destillirtem Wasser gewogen wird, in beiden Fällen gleich viel an seinem Gewichte verlieren.

Um dieses durch Erfahrungen zu prüfen, nahm ich ein Stück Glas, welches in der Luft 200 Grammen, und unter destillirtem Wasser 124,3 Grammen wog, dessen specifisches Gewicht folglich 2,6402 war, und stieß es in einem Mörser klein. Als ich darauf diesen Glasstaub wieder wog, fand ich, daß zwar das Gewicht von 200 Grammen in der Luft geblieben war, daß er aber im Wasser nur 108,5 Grammen wog. Das ganze Glas verlor also nur 75,7, und der Glasstaub 91,5 Grammen; jenes hatte folglich ein specifisches Gewicht von 2,6042, dieses nur von 2,1846.

Anfangs glaubte ich, diese Wirkung sey ganz derselben Ursache zuzuschreiben, welche in den Versuchen des Dr. P E R I T trockenen Gold- und Silberblättchen schwimmend erhält, und macht, daß die Magnetnadel, so lange sie trocken ist, sich auf

Körpern gehören, nicht aber bei der Summe der Volumina der einzelnen Theile, allesammt in Anschlag kommen.

d. H.

einer ruhigen Wasserfläche frei drehte, oder daß Wassertropfen über eine Wasserfläche hinrollten; nämlich die mit der Oberfläche dieser Körper cohärirenden Luft, die das Ganze specifisch leichter macht, und die unter der Luftpumpe oder beim Naßwerden der Körper weicht. Ich brachte daher das fein gestoßene Glas in einem Gefäße mit Wasser unter die Luftpumpe, und wirklich erhoben sich daraus viele Luftbläsen. Als sich deren keine mehr entwickelte, wog ich diese 200 Grammen noch einmal im Wasser unter dem Recipienten, und fand ihr Gewicht 113,2 Gr. Ihr Verlust im Wasser war folglich 86,8 Gr. und ihr specifisches Gewicht 2,3021.

Aus dieser Erfahrung lernte ich, erstens, daß noch eine beträchtliche Menge von Luft an dem zerstoßenen Glase hängen geblieben war, ungeachtet ich es im Wasser umgerührt hatte, nämlich so viel als das Volumen von 4,7 Gr. destillirten Wassers beträgt; zweitens, daß der Gewichtsverlust des zerstoßenen Glases im Wasser nicht durch die Cohäsion mit der Luft allein verursacht wird, sondern daß darauf noch andere Ursachen Einfluß haben.

Nachdem ich mich durch wiederholte Versuche versichert hatte, daß dieser Umstand immer statt hat, und daß er theils von der Beschaf-

fenheit, theils von der Theilbarkeit des Glases abhängt, so suchte ich, wo möglich, das Gesetz aufzufinden, nach welchem die Verminderung der specifischen Schwere von der Zerstückelung eines und desselben Glases abhängt. Ich nahm zu dem Ende ein Quadrat von Glas, welches in der Luft 49,48 Gr. wog, und 29,48 Gr. Wasser im luftleeren Raume verdrängte, dessen specifisches Gewicht folglich 2,4739 war. Dieses Glas wurde nachgerade in 20, 63, 320, 624, 1660, 2520 Theile zerstückt *) und das specifische Gewicht desselben in jedem dieser Zustände untersucht. Es betrug

bei	1 Stück	2,4739	specifisches Gewicht		
20	—	2,4700	—	—	—
63	—	2,4642	—	—	—
320	—	2,4460	—	—	—
624	—	2,4311	—	—	—
1660	—	2,4108	—	—	—
2520	—	2,3995	—	—	—

Aus diesen sieben Beobachtungen habe ich die Verminderung des specifischen Gewichts für Theilungen nach arithmetischer Progression

*) Wie? sagt Herr Hassenfratz eben so wenig, als ob alle Theile gleich waren; doch gehört dieses zur Beurtheilung des Verfahrens. d. H.

zu bestimmen gesucht, und meine Berechnung
gibt mir folgendes:

Zahl der Stücke.	Specifisches Gewicht.	Unterschied.
I	2,4739	
100	2,4615	114
200	2,4537	78
300	2,4472	65
400	2,4420	52
500	2,4371	47
600	2,4330	41
700	2,4296	36
800	2,4265	31
900	2,4238	27
1000	2,4215	23
1100	2,4194	21
1200	2,4175	19
1300	2,4160	15
1400	2,4145	15
1500	2,4130	15
1600	2,4116	14
1700	2,4102	14
1800	2,4089	14
1900	2,4076	13
2000	2,4063	13
2100	2,4050	13
2200	2,4037	13

ahl der Stücke.	Specifisches Gewicht.	Unterschiede.
2300	2,4024	13
2400	2,4011	13
2500	2,3999	12 *)

Das Glas, dessen ich mich bei diesem Ver-
 iche bediente, hatte einen Quadratdecimeter
 läche und zwei Millimeter Dicke, mithin 2,008

*) H. Hassenfratz sagt wiederum nicht, wie er
 diese Berechnung angestellt hat. Um seine Zahlen ei-
 nigermaßen zu prüfen, habe ich aus den drei Ver-
 suchen für 1, 320 und 624 Stück, unter der Vor-
 aussetzung, daß Alles in eine arithmetische Reihe
 zweiter Ordnung passe, nach der bekannten In-
 terpolationsmethode folgende specifische Gewichte
 für 1 bis 600 Stück berechnet.

Stück.	specif. Gewicht.	Unterschiede.
1	2,4739	
100	2,4637	102
200	2,4547	90
300	2,4471	76
400	2,4408	63
500	2,4357	51
600	2,4316	41

Diese Zahlen sind beträchtlich von denen unser
 Verfassers unterschieden. Freilich giebt meine
 Rechnung für 20 Stück das specifische Gewicht
 2,4716, und für 64 Stück, 2,4668. Ob diese große
 Abweichung bloß daran liegt, daß die Voraus-
 setzung, nach der von mir interpolirt ist, so weit
 von der Wahrheit abweicht?

d. H.

Quadratdecimeter Oberfläche. *) Durch das Zerstückeln vermehrten sich die Oberflächen, in-
deß das specifische Gewicht abnahm; doch
scheint es nicht, daß jene in eben dem Verhält-
nisse zugenommen hätten, wie dieses abnahm. **)

*) Da ein Decimetre der zehnte Theil 0,1, der Mil-
limetre hingegen der tausendste Theil 0,001 der
neuen französischen Linear-Einheit, d. h., des Me-
tre ist; so enthält ein Quadratmetre 100 Quadrat-
decimetres, und 100000 Quadratmillimetres, mithin
ein Quadratdecimetre, 10000 Quadratmillimetres
in sich. Jede der schmalen Seitenflächen war 1 De-
cimetre lang und 2 Millimetres breit, giebt 200 Qua-
dratmillimetres, d. h., $\frac{200}{10000}$ oder $\frac{2}{100}$ Quadrat-
decimetres, mithin für alle vier schmale Seiten-
flächen 0,08, und für die ganze Oberfläche des Gla-
ses 2,08 Quadratdecimetres. Herr Hassenfratz
scheint sich also hier um eine ganze Decimalstelle
zu irren. d. H.

**) Herr Hassenfratz sucht dieses durch eine
Rechnung darzuthun, die ich übergehe, da sie mir
nicht ganz richtig zu seyn scheint. Nach ihm
soll die Oberfläche der 100 Stück 2,044, der 200-
Stück 2,066, der 300 Stück 2,088 Quadratdecimetres
enthalten, und er gründet auf diese arithmetische Zu-
nahme der Oberflächen sein Raisonnement. Diese
Zahlen sind aber nicht nur auf dieselbe Art, wie
die in der vorigen Anmerkung, unrichtig, sondern
es scheint in ihnen, wie man sich auch die Stücke
aus dem gegebenen Quadrate geschnitten denke,
(denn auch das vergißt Herr Hassenfratz zu
bestimmen,) noch ein zweiter Irrthum zu lie-

Uebrigens habe ich diesen Versuch, der mich durch das Unregelmässige in der Abnahme der specifischen Gewichte in Verwunderung setzte, fünf Mal wiederholt, und, von dem Unter-

gen. Ge setzt, die 100 Stücke sind insgesamt Quadrate, so muss die Tafel 9 Mal nach einer Richtung, und eben so 9 Mal nach der Richtung, die darauf senkrecht ist, geschnitten werden. Jeder Schnitt giebt zwei neue Oberflächen, deren jede 0,02 Quadratdecimetres gross ist. Bei 18 Schnitten nimmt folglich die Oberfläche um $36 \times 0,02$, d. h., um 0,72 Quadratdecimetres, zu. Statt deren berechnet Herr Hassenfratz nur eine Zunahme von 0,0036 Quadratdecimetres. Werden noch 10 Schnitte nach einer dieser Richtungen geführt, so erhalten wir 200 Stücke, und eine Oberfläche von $2,8 + 0,4$ Q. Decimetres; und führen wir nach der Richtung, die darauf senkrecht steht, 5 Schnitte, so erhalten wir 300 Stücke, deren Oberfläche $3,2 + 0,2$ Quadratdecimetres beträgt. Ist der Körper durch 20 Schnitte nach einer, und 25 Schnitte nach der darauf senkrechten Richtung, in 500 Theile getheilt; so bedarf es nur 4 Schnitte nach der erstern Richtung, um 600 Theile zu erhalten, und dann nimmt die Oberfläche nur um 0,16 Quadratdecimetres zu. Und auf diese Art wächst die Summe aller Oberflächen keineswegs gleichförmig, wenn die Zahl der Theile gleichförmig zunimmt, wie Herr Hassenfratz behauptet, sondern sie nimmt langsamer zu, gerade so wie das specifische Gewicht bei mehrern Theilen immer um weniger abnimmt. Diese Zunahme richtet sich nach der Art, wie die Theilung bewerkstelligt wird, und

schiede abgesehen, der aus der Verschiedenheit des Glases entsprang, jedesmal ähnliche Resultate erhalten. Stoffe, die sich beim Zertheilen zusammendrücken, wie z. B. Metalle, sind zu diesen Versuchen nicht brauchbar, da ihr speci-

mir scheint wenigstens die die natürlichere, wo alle Theile möglichst gleich werden. Dagegen scheint Herr Haffenfratz sich vorgestellt zu haben, die Theilung werde von 100 an, immer durch Schnitte nach einer und der nämlichen Richtung bewirkt; in welchem Falle allerdings für jedes neue 100 von Stücken, die Oberfläche immer um gleich viel, nämlich um 0,4, (bei ihm fälschlich 0,022,) Quadratdecimetres vermehrt, also die Zunahme der Oberflächen gleichförmig seyn würde. Allein dann müßten die Stücke gar lange und schmale Rechtecke werden, und ich zweifle sehr, daß dieses die Gestalt der abgewogenen Glastheile gewesen sey.

Endlich ist das ganze Verfahren, welches Herr Haffenfratz einschlägt, um ein Gesetz zwischen der Flächenzunahme und der Abnahme des specifischen Gewichts zu finden, nicht ganz tadelfrei. Er hätte die Oberfläche der Theile berechnen müssen, deren specifisches Gewicht er unmittelbar bestimmt hatte; das würde etwas Sicheres geben. Indem er aber aus den beobachteten specifischen Gewichten andere berechnet, trägt er eben dadurch ein willkürliches Interpolationsgesetz hinein, kann also daraus nicht das wahre Gesetz der Abhängigkeit rein und lauter finden. d. H.

fishes Gewicht beim Comprimiren vermehrt wird, und daher die Verminderung des specifischen Gewichts, wegen der Menge der Theile, aufhebt.

Da ich mich durch die Versuche unter der Luftpumpe überzeugt hatte, daß die Verminderung des specifischen Gewichtes, bei diesen Versuchen, nicht von der adhärenden Luftschicht abhängt; so boten sich mir zwei andere Gründe zur Erklärung dieser Erscheinung, als die natürlichsten, wo auch nicht als die einzigen, dar:

1. Die Adhärenz oder die Verwandtschaft der Flüssigkeit gegen den Körper, den wir wägen.
2. Der Unterschied von Verwandtschaft der kleinsten Theilchen des Körpers unter einander, und gegen die kleinsten Theilchen der Flüssigkeit, in die der Körper getaucht wird.

Von dem Einflusse der ersten Ursache haben wir sehr viele Beispiele. Wird ein Stein von der Höhe eines Gebäudes herabgeworfen, so fällt er sehr schnell zu Erde; verwandelt man ihn aber in Staub, so fallen zwar die größern Stücke schnell, die kleinern aber nur allmählig, und die kleinsten bleiben selbst in der Luft schweben und

der Wind führt sie mit sich fort. Dieses hängt ganz allein von seiner Verwandtschaft gegen die Luft ab, welche jetzt grösser ist, als die Kraft, mit welcher er gegen den Boden getrieben wird. *)

Das Wasser, welches an specifischem Gewichte die Luft 824 Mal übertrifft, schwebt oft in dieser Flüssigkeit. So sind die Nebel aus freigewordenen Wassertropfen gebildet, welche die Luft durch ihre Verwandtschaft so lange zurückhält, bis ihr Gewicht, durch das Zusammenfließen mehrerer, zu groß wird. Eben so schwimmt gepulverter Schie-

*) Hier scheint Herr Hassenfratz über die ihm als Chemiker geläufigen Vorstellungsarten, bekannte Sätze der Physik übersehen zu haben. Die Anziehung der Luft, welche nach der Zertheilung des Körpers stärker wirkt, möchte wohl den Fall nicht wirklich verzögern, geschweige denn, daß sie die einzige Ursache ist, die diese Verzögerung bewirkt. Diese liegt bekanntlich im Widerstande, den die Luft Körpern, die sich in ihr bewegen, leistet, und dieser Widerstand nimmt mit der Oberfläche des Körpers zu, vermindert folglich, bei größerer Oberfläche, die Geschwindigkeit des Falles stärker. Da die Adhäsion der Lufttheilchen die Oberfläche, der sich bewegenden Masse vergrößert, so möchte sie eher als der von Herrn Hassenfratz angegebene Grund in Betracht kommen. d. H.

fer, ungeachtet sein specifisches Gewicht 2,85 ist, selbst unter der Luftpumpe, lange über dem Wasser; fein geschlagene und zerriebene Goldblättchen erhalten sich lange in dem sogenannten Goldwasser schwebend; und gepulverte Harze sind, ungeachtet ihres größern specifischen Gewichtes, doch nur mit Mühe zum Untersinken im Wasser zu bringen.

Alle diese Erfahrungen zeigen, daß die Anziehung des Mittels, in welchem Körper gewogen werden, ihr Gewicht vermindern kann, und daß diese Verminderung in dem Verhältnisse ihrer Theilung zunehmen müsse.

Um mich von der Wahrheit dieses Resultats zu versichern, bestimmte ich das specifische Gewicht des Oehls, einmahl mit einem gewöhnlichen Areometer, der in das Oehl getaucht wird, das andere Mahl durch das Abwägen in einer Flasche mit engem Halse, nach Hombergs Art. Nach jener Bestimmung war das specifische Gewicht 0,9156, nach dieser 0,9183. So wird man, je nachdem die Flüssigkeiten größere oder geringere Anziehung zum Areometer als zum Wasser haben, bald bei jenem, bald bei diesem Verfahren, ein größeres specifisches Gewicht für dasselbe Fluidum erhalten. Um in beiden Fällen glei-

che Resultate in einerlei Flüssigkeit zu bewirken, müssen das Arcometer und die Flasche von gleicher Materie, ja, selbst von einerlei Glasart seyn, da die Haarröhrchen zeigen, daß die Anziehung der Flüssigkeit gegen verschiedene Glasarten verschieden ist.

Was den Unterschied zwischen der Verwandtschaft der Molecülen des festen Körpers gegen einander und gegen den flüssigen Körper betrifft, in welchem er gewogen wird; so scheint diese Verschiedenheit besonders dann von Einfluß zu seyn, wenn die Verwandtschaft der Molecülen des festen Körpers gegen einander, die Verwandtschaft derselben zu der Flüssigkeit übertrifft. Zerstückt man einen solchen Körper, so werden die Molecülen desselben von einander entfernt, und dafür die des flüssigen Körpers ihnen genähert. Diese größere oder geringere Annäherung muß die Verwandtschaften nothwendig ändern. Bis jetzt fehlen mir noch die nöthigen Erfahrungen hierüber; ich verschiebe daher diese Auseinandersetzung bis zu der Beendigung der Versuche, die ich zu dem Ende begonnen habe.

Um mich durch einen directen Versuch von dem Einflusse der Anziehung der Molecülen einer Flüssigkeit gegen den festen Körper, welcher

gewogen wird, zu überzeugen, verbesserte ich das Hombergische Areometer dahin, daß ich eine Flasche mit weitem Halse nahm, (Taf. VII, Fig. 2,) deren Oeffnung ich ausschleifen und mit einem Stöpsel von Blei, (Fig. 3,) versehen ließ, dessen oberer Rand hervorrage, und der sich leicht aufstecken ließ, sich dabei aber nur bis zu einem bestimmten Punkte einsenkte. *) Dieser Stöpsel war in der Mitte durchbohrt und unten etwas ausgehöhlt, damit, wenn er auf die volle Flasche gesetzt würde, keine Luftblase unter ihm blieb; und so stimmte diese Flasche in Absicht des engen Halses mit dem Hombergischen Areometer überein, ließ sich dabei aber viel leichter füllen.

In dieser Flasche, die 800 Grammen destillirten Wassers faßte, (und deren Angaben ich dadurch geprüft hatte, daß bei 14mahligem Abwägen von destillirtem Wasser, an einer Wage, die bei $\frac{1}{36}$

*) Ramsden, (*An account of experiments to determine the specific gravities of fluids etc.*, by Ramsden, London 1792. 4.,) beschreibt ein solches Gefäß, dessen er sich schon seit 1776 bedient. Eine andere Einrichtung von Herrn Schmeisser, (*Voigt's Magazin für die Naturk.*, B. IX, St. 2, S. 97 u. f.,) ist der hier beschriebenen noch ähnlicher.

Gramm Ausschlag gab, kein größerer Unterschied als von $\frac{5}{10}$ Gramm erfolgte,) suchte ich das specifische Gewicht der 2520 Glasstücke, die ich aus einer Glasplatte von einem Quadratdecimeter Fläche und zwei Millimeter Dicke erhalten hatte. Das specifische Gewicht der ganzen Scheibe, im Wasser nach gewöhnlicher Methode gewogen, war 2,4739; das specifische Gewicht der Stücke, eben so bestimmt, 2,3995, hingegen in der Flasche, nach dem Auspumpen der Luft, 2,4807.

Dies ist ein offener Beweis, daß die Verminderung des specifischen Gewichtes, das sich bei Zerstückung der Körper zeigt, von der Anziehung der Flüssigkeit abhängt, in welcher sie gewogen werden. Denn diese Verminderung fand im letztern Falle, wo die Wirkung der Anziehung aufgehoben ist, nicht Statt. Zugleich sieht man, daß das große Stück eine Verminderung seines specifischen Gewichtes von 0,0068, und mithin eine Gewichtsverminderung von 0,05 Grammen, durch seine Anziehung gegen das Wasser, erlitten hatte.

Aus diesen Beobachtungen ziehe ich folgende Schlüsse:

1. Dafs das specifische Gewicht der Körper nach dem Verhältnisse ihres Volums sich ändert.
2. Dafs diese Aenderung größtentheils durch die Anziehung des Körpers, welcher gewogen wird, gegen die Flüssigkeit, in welcher man ihn wägt, bewirkt wird.
3. Dafs indess diese Aenderung bei dem Gebrauche der oben beschriebenen Flasche, (des verbesserten Hombergischen Areometers,) nicht statt findet, und dafs mithin diese Art, das specifische Gewicht zu bestimmen, einen Vorzug vor der gewöhnlichen hat. A.



III.

VORSCHLÄGE

zur Vervollkommnung der Areometer,

von

L. A. VON ARNIM.

Um die Bemerkungen des Bürgers Hassenfratz, über die Veränderung des specifischen Gewichts durch die Adhärenz, nützen zu können, muß vorher untersucht werden: ob dieser Einfluß sich über alle unsre Werkzeuge zur Bestimmung des specifischen Gewichts fester und flüssiger Körper erstreckt? Zugleich führen sie uns auf eine andere nicht minder wichtige Frage: ob die specifische Anziehung der verschiedenen Materien gegen die atmosphärische Luft, in der wir ihr absolutes Gewicht bestimmen, ebenfalls einen veränderlichen Einfluß auf unsre Wagen hat?

Hr. Hassenfratz sagt nicht, ob er mit dem Nicholson'schen Areometer, oder mit der gewöhnlichen hydrostatischen Wage, oder mit seinem eignen Areometer, (s. *Annalen*, I. B., 2. St., S. 146,) jene falschen Resultate erhalten, denen er nur durch die Homberg'sche Methode auswich. Genug, alle drei Methoden sind augenscheinlich dem Fehler unterworfen, daß die Anziehung der

Flüssigkeit den Druck der Körper auf das Fluidum, und dadurch die Anzeige des specifischen Gewichts vermindert; und bedürfen deshalb einer Correctionstafel, deren Entwerfung nicht wenig schwierig seyn möchte. Doch läßt sich dieser Störung bei den Nicholson'schen Areometern vielleicht durch eine sehr einfache Aenderung ausweichen.

In allen den Fällen, wo irgend eine specifische Anziehung der allgemeinen Anziehung entgegen wirkt, wird diese nur in einer gewissen Rücksicht, keinesweges aber überhaupt aufgehoben. So hört das Eisen, welches der Magnet trägt, nicht auf, schwer zu seyn; nur drückt es jetzt nicht mehr gegen den Körper, der darunter liegt. Es hat nun mit dem Magnete einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; und wer diesen unterstützt, trägt eben so viel, als wenn beide durch keine specifische Anziehung vereinigt wären. So wird auch der Theil der Schwere der Körper, welcher durch ihre Adhäsion mit dem Wasser für das Areometer verloren geht, nicht aufgehoben, sondern er wirkt bei der Schwere des Ganzen mit, und läßt sich daher in Rechnung bringen, wenn man auf die Schwere des Wassers, worin der Körper liegt, gehörig sieht. Dazu würde ich nun ein cylindri-

liches Gefäß, (Taf. VII, Fig. 6,) statt des konischen bei den gewöhnlichen Nicholson'schen Areometern vorschlagen. In dieses legt man die Körper, nachdem man ihr absolutes Gewicht erforscht hat, und schließt dann das Gefäß durch den spitzen, mit einer Schraube versehenen Deckel *B*, der in seiner Spitze bei *c* eine kleine Oeffnung hat, um dem Wasser freien Zutritt in das Gefäß zu gestatten, ohne daß Luft darin bleibt. So trägt das Areometer den durch Adhärenz erleichterten Körper und auch das dadurch gleich viel erschwerte Wasser, und man erhält das gehörige specifische Gewicht.

Aber auch das Fahrenhelt-Schmidt'sche allgemeine Areometer scheint mir Bestimmungen zugeben, die von dem erwähnten Fehler frei sind. Da dieses in Flüssigkeiten jeder Art, welche die verschiedenste Anziehung gegen Glas haben, gebraucht wird, so sollte man zwar das Gegentheil vermuthen; da aber diese Anziehung ringsum gleich stark wirkt, so scheint sie den Stand des Werkzeugs in der Flüssigkeit, worauf dabei alles ankommt, nicht zu ändern, sondern nur einen Widerstand bei der Veränderung dieses Standes, durch aufgelegte Gewichte, hervorzubringen. Aber dieser Widerstand kann nur sehr geringe seyn, da Alle, die dieses Werkzeug kennen, die

Empfindlichkeit desselben, und die Genauigkeit bewundern, mit welcher es Unterschiede von Tausendtheilen des specifischen Gewichts angiebt. *) Ja, diese groſse Empfindlichkeit ist selbst das Haupthinderniß beim Gebrauche des Instruments, welches deshalb einen groſsen Vorrath von kleinen sehr genauen Gewichten erfordert.

Um dieses Vorraths und des Zeitverlustes, den das Abwägen mit so kleinen Gewichten veranlaßt, entübrigt zu seyn, möchte ich eine Veränderung des allgemeinen Areometers, wie sie Figur 7 darstellt, vorschlagen. In dieser Figur ist Alles wie bei dem allgemeinen Areometer, bis auf die beiden Glasröhren ab und $a\beta$, zwischen welchen Scalen liegen. Denn ob der hohle Theil A einer Birne oder einer Kugel gleicht, ist unwesentlich. Jene beiden Röhren ab und $a\beta$ sind dazu bestimmt, daſs Queckſilber und deſtillirtes Waſſer, (welche die Stelle der Gewichte vertreten,) hinein gegossen werde. Damit gleiche Gewichte in ihnen gleiche Längen einnehmen, müſſen ſie durchgehends gleich weit ſeyn, und gerade ſo wie Barometerröhren geprüft werden. Die, welche für das Queckſilber beſtimmt iſt, wird nur wenig entfernt von der Achſe des In-

*) Siehe LICHTENBERG'S *Anmerkungen zu ERZLEBEN'S Naturlehre*. Sechste Auflage, §. 472, S. 410.

Instruments angeschmolzen. Die Scale wird in gleiche Theile getheilt, nachdem man durch einen Versuch gefunden hat, welche Länge einem bestimmten Gewichte Quecksilber in der Röhre zukommt. Das Gewicht der Flüssigkeit, die das Areometer aus der Stelle drückt, ist dann gleich dem Gewichte des Instruments, addirt zu dem eingegossenen Gewichte. Richtet man daher das Instrument so ein, daß es etwa 7000 Theilchen wiegt, und, um in destillirtem Wasser bis an die bestimmte Stelle sich einzutauchen, noch mit 3000 solcher Gewichtstheilchen beschwert werden muß; so zeigt die Veränderung jedes solchen Gewichtstheilchens die Veränderung von 0,0001 im specifischen Gewichte an. Durch die Quecksilbersäule bestimmt man Zehnthelle und Hunderttheile, durch die Wassersäule Tausend- und Zehntausendtheile des specifischen Gewichts. Dieses Areometer könnte außer der größern Bequemlichkeit und der größern Genauigkeit vielleicht noch einen andern Vorzug haben, indem es die Veränderungen des specifischen Gewichts, welche durch die Abweichungen von dem angenommenen mittlern Wärmegrade entstehen, durch Ausdehnung oder Zusammenziehung des Quecksilber- und Wassergewichts compensirte. Diese Compensation ist freilich nicht pünktlich, aber

leider ist sie für andere Areometer, wegen der vielen nöthigen Beobachtungen, gar nicht in Rechnung zu bringen. Bei diesen Vorzügen hat ein solches Areometer jedoch den Nachtheil, daß es nicht nur oben, sondern auch nach unten, (um hierher den Schwerpunkt zu bringen,) verlängert werden muß; und diese Verlängerung macht es zerbrechlicher und auf Reisen weniger brauchbar. Diesem ließe sich jedoch dadurch abhelfen, daß man, wie in Fig. 8, die beiden Röhren ab und $\alpha\beta$, in das hohle, vorhin kugelförmige, jetzt cylindrische, Gefäß mno einsenkte, da dann das Instrument nur wenig länger zu werden brauchte.

Wer die Bestimmung von Zehntausendtheilen des specifischen Gewichts dem Schmidtschen Areometer noch hinzufügen will, kann, (nach Anleitung der 9ten Figur,) an den Teller ab für die Auflegegewichte, die mit einer Scale versehene Glasröhre $\alpha\beta$ anschmelzen, welche durch das eingegossene destillirte Wasser diese feineren Abweichungen angiebt.

Hier noch einige andere Areometervorschläge.

Alle Areometer, die ich kenne, sind nur für Flüssigkeiten brauchbar, die wir in hinlänglicher Menge besitzen, um einen hohen Becher damit zu fullen. Aber wie oft kommen uns nicht ge-

Andere Mengen von Flüssigkeiten vor! und für
 sie mangelt noch ein Mikro-Areometer, das
 kleine Mengen ohne große Fehler messen
 könnte. Dazu ist das Werkzeug bestimmt, wel-
 ches ich in Figur 10 vorgestellt habe. *A* ist eine
 hohle Glaskugel, an welche eine kleinere mit
 Schrot oder Quecksilber gefüllte Kugel ange-
 schmolzen ist. Die Glasröhre ist doppelt und mit
 einer Scale versehen, hat entweder bei *a* einen
 Boden oder geht auch durch die Kugel *A*
 durch. Oben ist sie offen und von innen bei
ad mit einem Ringe von gefärbtem Glase ver-
 sehen. Bis zu diesem Ringe wird die Röhre mit
 der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt und das
 Areometer in destillirtes Wasser gesetzt, so zeigt
 die Scale *ab*, durch tieferes oder geringeres Ein-
 sinken, das specifische Gewicht der Flüssigkeit
 an; denn bei gleichem Volumen verhalten sich
 bekanntlich die Dichtigkeiten oder specifischen
 Gewichte zweier Körper gegen einander, wie
 ihre absoluten Gewichte. Bei meinem Instru-
 mente haben aber die Flüssigkeiten, welche un-
 tersucht werden, gleiche Volumina, indem sie
 alle die Röhren bis zu dem bunten Glasringe aus-
 füllen, und nach ihrem absoluten Gewichte rich-
 tet sich die grössere oder geringere Menge von
 Wasser, welche das Werkzeug aus der Stelle

treibt, mithin auch das geringere oder stärkere Einsinken des Glascyinders *ab*. Ist diese in seiner ganzen Länge von gleichem Durchmesser, so wird, bei gleichen Gewichtszunahmen, auch die Grösse des eingetauchten Strücks gleichmäfsig zunehmen, daher denn die Scale der Glasröhre in ihrer ganzen Länge in gleiche Theile einzutheilen ist. Diese gleichen Theile bestimme ich auf folgende Art. Ich beobachte den Stand des Instruments, wenn es mit Naphtha, Wasser und Schwefelsäure, also mit der leichtesten, der schwersten, und der Flüssigkeit, auf welche alle übrige specifische Gewichte, als Einheit, bezogen werden, gefüllt ist, und theile den Raum dazwischen in die bekannten Zehntheile und Hunderttheile ein. Die Tausendtheile können zwar nicht auf der Scale angezeigt, aber doch ungefähr geschätzt werden.

Ein anderes Instrument, welches im praktischen Gebrauche die Stelle eines Areometers, vielleicht auch eines sogenannten Bertholimeters vertreten kann, ist in Fig. 11 vorgestellt. In der Anwendung sucht man das specifische Gewicht der Stoffe gewöhnlich nur zu wissen, um darnach den Grad ihrer Reinheit oder ihre Vermischung mit einem fremdartigen Stoffe beurtheilen zu können. Dazu gebraucht man Alkoholometer,

Soolwagen u. s. w. Das Werkzeug Fig. 11 besteht aus einem Haarröhrchen *abcd*; aus starkem Glase verfertigt, welches unten gekrümmt ist, und sich in den hohlen Glaskegel *caf* endigt. In diesen wird die Flüssigkeit bis *gg* gegossen und durch Saugen schnell empor gehoben; dann fällt sie bis zu dem Punkte, wo die specifische Anziehung zwischen ihr und dem Glase sie aufhält. Sind nun einige Flüssigkeiten, wie z. B. Alkohol, Naphtha u. s. w. mit einer Flüssigkeit, dem Wasser, gemengt, so giebt das nach Verschiedenheit der Mischung eine sehr verschiedene Anziehung zu dem Glase. Man wird daher ihre Reinheit mit ziemlicher Genauigkeit aus ihrem Stande in den Haarröhrchen beurtheilen können. Zu einer Entwerfung der Scale werden freilich wiederholte Versuche erfordert, da der Stand gar nicht in gleichem Verhältnisse mit dem specifischen Gewichte, sondern in ganz eignen Progressionen zunimmt. Feuchtigkeit und Wärme haben auf den Stand der Flüssigkeit, nach Musschenbroeks Versuchen über Haarröhrchen, keinen, der Barometerstand wenig Einfluß. *)

*) MUSSCHENBROEKII *Disf. phys. et geomet.*, Vienne 1756, *de tubis capillaribus*, pag. 8, 53 u. s. w.

Ich komme nun zur zweiten Frage: ob die verschiedene Anziehung der Körper gegen die Luft, nicht auch einen veränderlichen Einfluß auf die Bestimmung des absoluten Gewichts vermittelt unsrer Wagen hat. So geringe dieser Einfluß auch nur seyn kann, so scheint er doch schon von Herrn Professor Schmidt in Gießen an einer Wage von vorzüglicher Einrichtung, und bei sehr sorgfältig angestellten Versuchen wahrgenommen zu seyn. (S. SCHMIDT'S *physisch-mathematische Abhandlungen*, Gießen 1793, I, S. 214.) Herr Prof. Schmidt wog erst Papier und Mandelöhl, getrennt, auf dieser Wage. Dann bestrich er das Papier mit dem Mandelöhl, und fand das Ganze nachher $1\frac{1}{2}$ Richtigpfennig leichter. Er glaubte nun zwar, die Ursache davon sey, weil Anziehung der Luft den Körper, der in derselben gewogen wird, schwerer mache, und Oehl geringere Anziehung gegen Luft als Papier hätte; beide Voraussetzungen scheinen mir aber nicht ganz zulässig zu seyn. Die Luft drückt ringsum gleich stark auf den zu wägenden Körper, und die Anziehung der Luft kann den Körper nicht schwer, wohl aber ihn leichter machen, indem sie ihn, so zu sagen, an die umgebende Luft, in der er gewogen wird, fesselt. Hätte nun Oehl weniger Anziehung gegen die Luft als Papier,

so würde das Ganze nach dem Bestreichen schwerer geworden seyn, welchem doch die Erfahrung widersprach. Jene Annahme der größten Anziehung des Papiers, ist nicht bloß aus dieser Ursache unzulässig, sondern ihr widerspricht auch die gemeine Erfahrung, daß Oehl bei mittlerer Temperatur sich schon mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbindet, und so verdirbt, Papier hingegen einer sehr erhöhten Temperatur dazu bedarf.

Mit diesen Schmidtschen Erfahrungen haben auch die Beobachtungen des Herrn Eimbke, (GREN'S *Journal der Physik*, Band VII, S. 31.) über den Gewichtsverlust glühender Körper, Aehnlichkeit. Sie sind indeß aus einer andern Ursache, nämlich aus der Vermehrung des Volums der Körper, ohne Vermehrung der Masse, zu erklären, wobei sie mehr Luft aus der Stelle drückten, also mehr am Gewichte verloren. So leicht man diesen Erfolg auch vorhersehen konnte, so sind sie doch deswegen besonders interessant, weil Musschenbroek *) und Andere, aus dieser nicht erfolgten Gewichtsverminderung in

*) MUSSCHENBROEK *Essay de Physique. à Leyde* 1739, I, p. 471, §. 956.

ihren Versuchen, die Schwere des Wärmestoffes erschlossen haben.

A N M E R K U N G

zum vorbergehenden Aufsatze des Bürgers Hassenfratz.

Ohne Herrn Hassenfratz nur entfernt einen unrechtmässigen Benutzung eines fremden Eigenthums beschuldigen zu wollen, kann ich doch nicht unterlassen, für den thätigen Hauskbée die Ehre der *ersten* Erfindung des Einflusses der specifischen Anziehung der Flüssigkeiten auf den Körper, der darin gewogen wird, zurückzufordern. Er erzählt, (*Expériences physico - mécaniques sur différents sujets, par HAUSKBÉE, à Paris 1754, T. I, p. 14 — 19,*) daß er einen Quadratzoll dickes Kupferblech, und dünnes Kupferblech von gleichem absoluten Gewichte, dessen Oberfläche sich zu jenem verhielt, wie 1 : 225, im Wasser gewogen, und am dünnen Bleche zwei Gran Verlust mehr wahrgenommen habe. Eben so zerstiess er Krytallglas, nahm gleiche Gewichte von diesem und von dem nicht zerstückten Glase, und fand wiederum eine

größere Gewichtsverminderung des erstern im Wasser. Dieses erklärt er daher, weil die feinen Glastheile im Wasser schwimmen, ohne auf die Schale der Wage zu drücken. Endlich sagt er, (pag. 17:) *Ce Phénomène doit être attribué à la même cause, qui soutient les li-
queurs dans les tuyaux capillaires, c'est-à-dire, à l'attraction.* So richtig erklärte er schon dieses Phänomen, und doch hat man es bisher so ganz übersehen.

IV.

Specifische Gewichte einiger im Wasser auflösblichen Stoffe, bestimmt

vom

Bürger HASSENFRATZ. *)

Herr Hassenfratz bediente sich bei diesen Untersuchungen des Fläschchens aus Krytallglas, welches im zweiten Aufsatze dieses Stücks der Annalen, S. 409, als ein verbessertes Homberg'sches Areometer beschrieben wird. Statt des Wassers, worin die Stoffe sich aufgelöst hätten, füllte er es mit Quecksilber, dessen specifisches Gewicht 13,561 betrug. Die Flasche wog leer 262, voll Quecksilber 2018 Grammen, und hielt daher 0,01288 Litres. Bei zehn wiederholten Abwägungen der vollen Flasche, fand sich nur ein Unterschied von 0,105 Grammen. Zuerst wurde der Stoff in der leeren Flasche gewogen, wodurch sich das absolute Gewicht desselben bestimmte. Darauf füllte Herr Hassenfratz die Flasche vollends mit Quecksilber, brachte sie unter die Luftpumpe, um von dem Körper die an-

*) *Annales de Chimie*, No. 82, An. 7. *Seconde suite du premier Mémoire de l'Aréometrie.*

hängende Luft zu sonndern, und wog so die Flasche, da dann dieses Gewicht, abgezogen von 2018 Grammen, und dazu gefügt das absolute Gewicht des Stoffs, das Gewicht einer Quecksilbermasse von gleichem Volumen mit dem Körper gab. Bezeichnet man diese mit q , und das absolute Gewicht des Stoffs mit p , so ist das specifische Gewicht dieses Stoffs $\frac{p}{q} = 13,561$. Auf diese Art sind die specifischen Gewichte von folgenden 103 Stoffen mit der größten Sorgfalt bestimmt worden:

Säuren.		Specifisches Gewicht.	Mittleres specif. Gewicht.
Arseniksäure,	— —	2,420	— 2,420
	sublimirt	$\left\{ \begin{array}{l} 0,8707 \\ 0,755 \end{array} \right\}$	— 0,8139
	zerflossen (<i>fondue</i>)	1,803	— 1,803
Boraxsäure,	des Kry- stallisationswa- ssers beraubt (<i>effleuri</i>)	0,498	— 0,498
Weinstein säure,		1,5962	— 1,5962
Phosphor säure,		2,8516	— 2,8516
Kampher säure,		0,770	— 0,770
Benzo e säure,		0,667	— 0,667
Milchzucker säure,		$\left\{ \begin{array}{l} 0,551 \\ 0,739 \end{array} \right\}$	— 0,645

Alkalien.

	Specifisches Gewicht.	Mittleres spec. Gewicht.
Gewächtsalkali,	$\left\{ \begin{array}{l} 1,856 \\ 1,561 \end{array} \right\}$	— 1,7085
Mineralalkali,	1,336	— 1,336

Erden.

Kalkerde,	$\left\{ \begin{array}{l} 1,5949 \\ 1,4518 \end{array} \right\}$	— 1,5253
Thonerde,	0,820	— 0,820
Talkerde,	0,346	— 0,346
Schwererde,	$\left\{ \begin{array}{l} \text{kalcinirt} 1,374 \\ \text{krySTALLisirt} 1,465 \end{array} \right\}$	— 1,465
Strontionerde,	$\left\{ \begin{array}{l} \text{kalcinirt} 1,647 \\ \text{krySTALLisirt} 1,460 \end{array} \right\}$	— 1,647

Salze.

Ueberschüssig-schwefelsaures Kali, (<i>Sulfate acide de potasse</i>),	$\left\{ \begin{array}{l} \text{zerfloßen} 1,0481 \\ \text{krySTALLisirt} 1,5854 \end{array} \right\}$	— 1,5854
Schwefelsaures Kali, völlig gelutigt,	$\left\{ \begin{array}{l} 1,5156 \\ 1,299 \end{array} \right\}$	— 1,4073
Schwefelsaures Natron,	$\left\{ \begin{array}{l} 1,5345 \\ 1,357 \end{array} \right\}$	— 1,4457
Schwefelsaures Ammoniak,	1,7676	— 1,7676
Schwefelsaure Kalkerde,	2,1895	— 2,1895
Schwefelsaure Thonerde,	$\left\{ \begin{array}{l} \text{in Oeßtern} 1,7074 \\ \text{in Ruben} 1,7165 \end{array} \right\}$	— 1,7109
Schwefelsaure Talkerde,	1,6603	— 1,6603

	Specifisches Gewicht.	Mittleres spe Gewicht.
Essigsaure Thonerde,	1,245	— 1,245
Essigsaure Schwererde,	1,828	— 1,828
Essigsaures Blei,	2,345	— 2,345
Essigsaures Kupfer,	1,779	— 1,779
Essigsaures Eisen,	1,368	— 1,368
Phosphorsaures Kali, (ausge- brechnet,)	2,8516	— 2,8516
Phosphorsaures Natron,	1,333	— 1,333
Phosphorsaures Ammoniak,	1,851	— 1,851
Phosphorsaures ammoniaka- lisches Natron,	1,509	— 1,509
Phosphorsaure Talkerde,	1,5489	— 1,5489
Phosphorsaure Schwererde,	1,2867	— 1,2867
Phosphorsaures Kupfer,	1,4158	— 1,4158
Phosphorsaures Quecksilber,	4,9849	— 4,9849
Gephosphorte Kalkerde, (<i>Phos- phure de chaux</i> ,)	0,9835	— 0,9835
Boraxsaures Natron, { wie es im Han- del vorkommt, } 1,723	—	1,723
{ gesättigt } 1,351	—	1,351
Boraxsaure Kalkerde,	0,7007	— 0,7007
Boraxsaure Kalkerde und Talkerde,	0,9913	— 0,9913
Boraxsaures Quecksilber,	2,266	— 2,266
Kohlenfaures Kali,	2,012	— 2,012
Kohlenfaures Natron { derb } 1,3342	—	1,3595
{ krySTALLSirt } 1,494	—	
	1,7377	— 1,7377

	Specifisches Gewicht.	Mittleres spec. Gewicht.
Kohlensaures Ammoniak,	$\left\{ \begin{array}{l} 1,055 \\ 0,877 \end{array} \right\}$	— 0,966
Kohlensaure Talkerde, gepulvert,	$\left\{ \begin{array}{l} 0,2733 \\ 0,315 \end{array} \right\}$	— 0,2941
Kohlensaure Thonerde,	1,118	— 1,118
Wolframsaures Ammoniak,	1,938	— 1,938
Blausaures Quecksilber,	2,7612	— 2,7612
Arsenikalisch - saures Kali,	2,155	— 2,155
Kampher,	0,9968	— 0,9968
Zucker, gewöhnlicher,	$\left\{ \begin{array}{l} 1,485 \\ 1,332 \end{array} \right\}$	— 1,4085

Die Exemplare, nach welchen Herr Hassenfratz die specifischen Schwere bestimmt hat, sind insgesammt von Bouillon Lagrange für die chemischen Vorlesungen Guyton's und Fourcroy's in der *Ecole Polytechnique*, mit grosser Sorgfalt bereitet worden, daher man sich auf ihre möglichste Reinheit verlassen kann. Noch war man mit der Präparation mehrerer für diese Schule beschäftigt, und ihr specifisches Gewicht verspricht Herr Hassenfratz in der Folge nachzutragen.

Die Ersten, die specifische Gewichte von Stoffen, die im Wasser auflöslich sind, bestimmten, waren Neuton, in seiner *Optik*, und Musschenbroek, in seiner *Introd. in*

Philos. naturalem. Ersterer beschreibt die Methode nicht, die er einschlug; Letzterer wog jene Stoffe in frischem Terpenthinöl ab, und seinen Angaben folgt Briffon, der bei der Wiederholung dieser Versuche Schwierigkeiten fand. Auch in Kirwan's *Mineralogie*, und in mehreren seiner Abhandlungen über die Zusammensetzung und das specifische Gewicht verschiedener Salze, die im *Journal de Physique*, A. 1784, übersetzt sind, kommen neue Bestimmungen des specifischen Gewichts von Erden und Salzen, die sich im Wasser auflösen, vor. Kirwan bediente sich dabei einer eisernen Büchse, durch die ein Loch ging, in welcher er jene Stoffe stark zusammenpresste; so wog er sie erst in der Luft und dann in Alkohöl ab. Folgende Tabelle dient zur Vergleichung dieser verschiedenen Angaben mit denen des Herrn Hassenfratz.

Specifisches Gewicht. nach

	Newton.	Müllchen- brook.	Kirwan.	Hallens- franz.
Gewächssalkali, rein	—	—	4,6215	1,7085
Kalkerde —	—	2,3700	2,3908	1,5233
Talkerde —	—	—	2,3298	0,3460
Thonerde —	—	—	2,0000	0,8200
Schwererde —	—	—	4,0000	2,3740
Schwefelsaures Kali	—	2,3980	2,6360	2,4073
Schwefelsaures Am- moniak —	—	1,4063	—	1,7676
Schwefelsaure Thon- erde —	1,714	1,7260	—	1,7109
Schwefelsaurer Zink	1,712	1,9000	—	1,9120
Schwefelsaures Eisen	—	1,8800	—	1,8399
Schwefelsaures Ku- pfer — —	—	—	2,2300	2,1943
Salpetersaures Kali	1,900	1,901	1,9330	1,9369
Salpetersaures Na- tron —	—	1,8694	—	1,0964
Salzsaures Kali —	—	1,8365	—	1,9367
Salzsaures Natron	2,143	2,0835	—	2,2002
Essigsaures Blei —	—	2,3953	—	2,3450
Ueberflüssig - wein- steinsaures Kali	—	1,8745	—	1,9153
Boraxsäure —	—	1,4797	—	1,8030
Borax, gewöhnlicher	1,714	1,7170	—	1,7230
Kohlenfaures Kali, nicht gesättigt —	—	2,749	—	2,0120
Kohlenfaures Natron	—	—	1,4210	1,3592
Kohlenfaures Ammo- niak —	—	1,5026	1,8245	0,9660
Kampher —	0,996	—	—	0,9968
Arabisches Gummi	1,375	—	—	—

Newton's Angaben stimmen, wie man hieraus sieht, mit denen des Herrn Hassenfratz aufs beste zusammen; den einzigen schwefelsäuren Zink, (*Danziger Vitriol*), ausgenommen, bei welchem die Abweichung vielleicht daher kommt, daß Newton's Exemplar nicht völlig krySTALLIN war. Die großen Abweichungen in Musschenbroeks Bestimmungen des specifischen Gewichts der Kalkerde, des nicht gesättigten kohlensauren Kali's und des kohlensauren Ammoniaks von seinen, glaubt Herr Hassenfratz sich aus der Verwandtschaft der Alkalien zum Terpenthinöl erklären zu können, so wie die ausnehmende Verschiedenheit in einigen von Kirwan's Angaben, aus dem Zusammenpressen der Stoffe in der eisernen Büchse, in der sie Kirwan untersuchte. *)

*) Es ist wohl schwerlich nöthig, daß wir hierbei zu so gezwungenen und kaum begreiflichen Erklärungen unsere Zuflucht nehmen. Die so großen Unterschiede in den meisten Angaben erklären sich viel leichter daraus, daß Herr Hassenfratz durch Kunst bereitete Stoffe, in ihrer größten Reinheit abwog, indess Mus-

Lehenbroek und Kirwan ungeläuterte Stoffe, wie sie die Natur giebt, oder wie sie im Handel vorkommen, untersuchten; so zum Beispiel Muffchenbroek gewöhnlichen gebrannten Kalk, der aber neben der Kalkerde noch andere Stoffe enthält, und vielleicht, nach dem Antheile von Feuchtigkeit, den er in sich gezogen hat, einer eben so grossen Verschiedenheit im specifischen Gewichte unterworfen ist, als der dichte Kalkstein, dessen specifische Schwere nach Kirwan von 1,3864 bis 2,72 variirt. In der zweiten Ausgabe von Kirwan's Mineralogie finde ich das specifische Gewicht der reinen einfachen Erden nirgends bestimmt, überall nur specifische Gewichte von Mineralien, wie sie die Natur giebt.

d. H.

V.

BEMERKUNGEN

über

das eigenthümliche Gesetz, wonach erkaltes Wasser nahe beim Frospunkte seine Dichtigkeit ändert, und über die auffallenden Wirkungen dieses Gesetzes in der Oekonomie der Natur, sammt Vermuthungen über die Endursache der Salzigkeit des Meers.

vom

Herrn Grafen Rumford

in London.

1. Alle Körper sind einer immer zunehmenden Verdichtung durch die Kälte unterworfen; nur das Wasser macht hiervon eine Ausnahme. — 2. Wunderbare Wirkungen, die in der Natur aus dem besondern Gesetze entspringen, wonach sich das Wasser verdichtet. — 3. Dieses Gesetz findet man nicht bei der Verdichtung des Salzwassers. — Endursache der Salzigkeit der See. Der Ocean ist wahrscheinlich vom Schöpfer bestimmt, die Wärme auf eine mehr gleichförmige Art in der Luft zu vertheilen. Dieser Ablicht entspräche er nicht, wäre sein Wasser süß. — 4. Endursache der Süßigkeit der stehenden Gewässer und der ins feste Land eintretenden Seen in den Ländern unter höhern Breiten.

*) Das dritte Kapitel seines Essay VII über die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten u. s. w., und in so fern Fortsetzung von Stück III, Nr. V.

I.

Die unmittelbare Ursache der Bewegung, die beim Wechsel der Temperatur in flüssigen Körpern entsteht, liegt, wie wir gesehen haben, in der Veränderung des specifischen Gewichts der einzelnen Theilchen, welche entweder wärmer oder kälter als die übrige Masse werden. Da nun bei einem gegebenen Wechsel der Temperatur, in einigen Flüssigkeiten das specifische Gewicht sich mehr als in andern verändert; so muß schon dieser Umstand, (unabhängig von ihrer mehr oder minder vollkommenen Fluidität,) in der leitenden Kraft der flüssigen Körper einen merklichen Unterschied bewirken. Je mehr eine Flüssigkeit bei einem gegebenen Wechsel der Temperatur ausgedehnt wird, desto schneller müssen die zuerst erwärmten Theile darin aufsteigen; und da sogleich wieder kältere Theile in ihre Stellen treten, die eben so erwärmt werden, so theilt ein heißer Körper seine Wärme derselben natürlich sehr schnell mit. Aendert sich dagegen bei einem gegebenen Wechsel der Temperatur das specifische Gewicht einer Flüssigkeit nur wenig, so ist die innere Bewegung derselben nur geringe, und die Wärme theilt sich ihr nur langsam mit.

Obgleich die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme in einer, die Blutwärme übersteigen-

Beim Wechsel der Jahreszeiten, der auf der bewundernswürdig einfachen Vorrichtung beruht, daß die Erdoberfläche gegen die Sonnenbahn geneigt ist, würde, wie ich nachher zeigen werde, diese bloß mechanische Veranstaltung nicht hinreichen, die wirklich existirende und für die Erhaltung des thierischen und vegetabilischen Lebens sehr unentbehrliche, stufenweise Veränderung der Temperatur, in den verschiedenen Klimaten zu bewirken, und diese innerhalb bestimmter Grenzen zu erhalten.

Bei der so großen Ungleichheit der Tage in Ländern, die nach den Polen zu liegen, wie (sollten anders diese Gegenden bewohnbar werden und eine Vegetation erhalten,) eine besondere Einrichtung nöthig, um eine gleiche Vertheilung der Wärme zu bewirken und die Extreme in den beiden entgegengesetzten Jahreszeiten zu mildern. Wir wollen sehen, in wie fern das Wasser und das bei seiner Verdichtung durch die Kälte obwaltende, merkwürdige Gesetz hierzu mitwirken.

Der weite Umfang des Oceans, seine große Tiefe, und noch mehr, seine unzähligen Ströme, und die Fähigkeit des Wassers, eine sehr beträchtliche Menge von Wärme in sich aufzunehmen,

machen das Meer vorzüglich geschickt, die Wärme auf eine gleichförmigere Weise zu vertheilen.

So bald die Sonne, nach Erreichung ihrer größten Höhe, ihre Rückkehr beginnt, stürmen aus den Regionen des ewigen Frostes die kalten Winde herein, die beständig gegen den Aequator hinstreben. Denn zugleich mit der Länge der Tage nimmt in den höhern Breiten die Kraft der Sonne sehr schnell ab, die Oberfläche der Erde und die Luft zu erwärmen, so daß die Spannkraft der Luft dort bald zu schwach wird, um die dichtere Luft, die von den Polen her drückt, zurückzuhalten. Die Kälte stellt sich mithin dort plötzlich ein. Doch werden die schnellen Fortschritte des Winters anfangs dadurch gehemmt, daß die Erde, und noch mehr das Wasser, die Wärme, die sie während der langen Sommertage verschluckt haben, der kalten Luft mittheilen, sie erwärmen, und dadurch die Gewalt, mit der die Luft andringt, und ihre schneidende Kälte vermindern.

Ist die aufgesammelte Wärme des Sommers erschöpft, so nehmen alle feste und flüssige Körper die Temperatur des gefrierenden Wassers an, und in diesem Zustande wächst die Kälte der Atmosphäre sehr schnell. Doch würde sie noch höher steigen, wenn nicht eine so große Menge

von Wärme in die Luft überginge, indem sich die wässrigen Dünste verdichten und frieren, um als Schnee herabzufallen, und noch mehr, indem sich das Wasser in Flüssen, Seen und im Erdboden in Eis verwandelt. In sehr kalten Gegenden frieren Boden, Seen und Flüsse häufig schon im Anfange des Winters zu, und werden mit Schnee bedeckt. Die Kälte wird dann sogleich sehr heftig, und nun scheint keine Quelle der Wärme übrig zu seyn, die sie in einem merklichen Grade zu mildern vermöchte.

Wäre hierbei die Vorsehung nicht auf eine bewundernswürdige Weise ins Mittel getreten, wäre, so zu sagen, alles seinem natürlichen Laufe überlassen worden; und befolgte nicht die Verdichtung des Wassers beim Erkalten das wunderbare Gesetz, welches wir in keiner andern Flüssigkeit, selbst nicht im Salzwasser, wiederfinden: so hätte innerhalb der Polarkreise, ganz unvermeidlich in einem einzigen Winter, alles flüssige Wasser zu einer sehr grossen Tiefe gefrieren und Pflanzen und Bäume hätten verderben müssen. Ja, es ist mehr als wahrscheinlich, daß die Gegenden des ewigen Frostes, rings um die Pole herum, sich würden erweitern, und ihre todte grausenvolle Herrschaft über einen grossen Theil der fruchtbaren

barsten

barsten und jetzt am stärksten bewohnten Länder der Erde verbreitet haben.

Das Mittel ist sehr einfach, wodurch die Erde gegen diese Verheerung geschützt wird. Da alle lebende Wesen ohne liquides, fließendes Wasser nicht ihre Nahrung erhalten, noch leben können; so war es nothwendig, eine große Quantität desselben, sowohl im Winter als Sommer, in diesem Zustande zu erhalten. Es mußte daher eine Einrichtung getroffen werden, die gänzliche Verwandlung desselben in Eis zu verhindern, die sonst in den kalten Klimaten, wo mehrere Monate hindurch die Temperatur unter dem Gefrierpunkte ist, unvermeidlich erfolgt wäre und alles Leben vernichtet hätte. Und diese Einrichtung, um so viel Wasser, als die Erhaltung des thierischen und vegetabilischen Lebens erfordert, im liquiden Zustande zu erhalten, beruht auf einem Mittel, wodurch es verhindert wird, seine Wärme der kältern Atmosphäre mitzutheilen.

Diese Mittheilung der Wärme geschieht, wie ich bewiesen habe, allein durch die innerliche Bewegung im Wasser: je heftiger diese ist, desto schneller geht sie vor sich, und diese Bewegung richtet sich wieder nach der Größe der Veränderung, welche ein gegebener Wechsel der Temperatur in der specifischen Schwere des Fluidi

bewirkt. Sie ist daher bei Temperaturen unterhalb der mittlern Temperatur der Luft nur sehr geringe, und vollends unbedeutend, wenn die Temperatur des Wassers sich dem Gefrierpunkte nähert, weshalb das Wasser im Gefrieren sich nur sehr langsam von seiner Wärme trennt.

Aber außer diesem ist noch ein anderer in seinen Folgen bewundernswürdiger Umstand zu bemerken. Wenn das Wasser bis zum achten oder neunten Grade über dem Gefrierpunkte erkaltet, so hört es nicht allein auf, ferner verdichtet zu werden, sondern es dehnt sich im Gegentheil bei der fernern Abnahme seiner Wärme aus, und zwar nicht bloß so lange es noch liquid bleibt, sondern selbst indem es in Eis verwandelt wird; weshalb auch das Eis in dem nicht gefrorenen Fluide schwimmt. Und diese sonderbare Einrichtung ist es vornehmlich, welche das Gefrieren des Wassers, das der kältern Atmosphäre ausgesetzt ist, verzögert.

Es ist bekannt, daß keine Mittheilung der Wärme zwischen zwei Körpern statt findet, so lange sie beide eine gleiche Temperatur haben und keine chemische Vereinigung eingehen, und daß die Strebbarkeit der Wärme, aus einem warmen Körper in einen kalten, mit dem er in Berührung ist, überzugehen, sich nach der grö-

fern oder geringern Verschiedenheit ihrer Temperaturen richtet.

Angenommen nun, daß eine Masse sehr kalter Luft auf der stillen Oberfläche eines großen Sees ruhe, dessen süßes Wasser die Temperatur von 55° nach Fahrenheit habe. Während die obersten Wassertheilchen ihre Wärme der kalten, sie berührenden Luft zum Theil abtreten, und mithin specifisch schwerer werden, als die wärmern Theilchen, über welchen sie stehen; so müssen sie natürlich sinken. Statt ihrer steigen die wärmern zur Oberfläche herauf, setzen dort gleichfalls einen Theil ihrer Wärme ab, und sinken darauf ebenfalls; und auf diese Weise bleibt die ganze Masse des Wassers in Bewegung, so lange der Prozeß des Erkaltens währt. Warum aber die Wassertheilchen an der Oberfläche, wo die sehr kalte Luft sie bestreicht, nicht gleich so erkalten, daß sie unmittelbar zu Eis werden, da doch keine Mittheilung der Wärme zwischen ihnen und den übrigen Wassertheilchen statt findet; das liegt hauptsächlich an zwei Ursachen, welche der Bildung des Eises an der Oberfläche entgegen stehen. — Erstlich wird die specifische Schwere des Wassers an der Oberfläche, in dem Augenblicke, da es sich von seiner Wärme scheidet, vermehrt, und es senkt sich nieder, ehe die

Luft Zeit hat, es aller seiner Wärme zu berauben. — Zweitens ist die Luft ein zu schlechter Leiter der Wärme, um diese mit der Geschwindigkeit aufzunehmen und fortzupflanzen, die erforderlich wäre, sollte dadurch die Oberfläche des Wassers so plötzlich abgekühlt werden, daß die innere Bewegung der Theilchen des Liquidi im Stocken gerieth.

Erst wenn das ganze Wasser beim Erkalten die Temperatur von ungefähr 40° erreicht hat, hören die Theilchen an der Oberfläche auf, ferner verdichtet zu werden, indem sie ihre Wärme fahren lassen, und mithin auch die innere Bewegung des Wassers. Sie bleiben oben, und nun erkalten sie sehr bald bis zum Gefrieren, da sich denn ihre gebundene Wärme entbindet und das Eis sich zu bilden beginnt. Ist die Oberfläche mit Eis überzogen, so wird, da das Eis ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, dadurch der Uebergang der Wärme aus dem Wasser in die Luft sehr erschwert, und die Eisdecke selbst dient dem Wasser zu einer sehr warmen Bekleidung, die es zugleich gegen die Beunruhigung durch den Wind schützt. Da ferner das Eis an seiner untern Fläche beinahe dieselbe Temperatur hat, als das berührende Wasser, (denn die wärmern Wassertheilchen nehmen, zufolge ihrer größern spe-

eisigen Schwere, mehr unterwärts ihren Platz,) so ist auch deshalb die Mittheilung der Wärme zwischen dem Wasser und dem Eise sehr unbedeutend. Wird nun vollends die Oberfläche des Eises mit Schnee bedeckt, so kommt noch ein neues und sehr wirksames Mittel hinzu, welches das Verfliegen der Wärme aus dem Wasser verhindert; so daß, wenn auch die intensivste Kälte in der Atmosphäre herrscht, doch die Dicke des Eises nur in einem sehr geringen Grade zunehmen wird.

Dabei verliert die ungefrorene Wassermasse keinen Theil ihrer Wärme; im Gegentheile erhält sie beständig neue aus dem Erdboden. Diese, während des Sommers in der Erde aufgesammelte Wärme ersetzt einigermaßen diejenige, die durch das Eis in die Atmosphäre übergeht, und macht dadurch, daß dem mit dem Eise in Berührung stehenden Wasser die gebundene Wärme nur schwer entrissen wird. Ist die Temperatur der Luft nicht viel unter dem Gefrierpunkte, so reicht dieser Ausfluß der Wärme aus dem Boden völlig hin, die Wärme zu ersetzen, welche die Luft mit sich fortführt, und die Dicke des Eises nimmt daher dann nicht zu. Ja, das Eis wird durch sie gar an seiner untern Fläche geschmolzen, und vermindert sich, wenn die Luft nicht

kälter als gefrierendes Wasser ist. Dieses ereignet sich auch wohl, wenn das Eis sehr dick ist, und besonders wenn tiefer Schnee darauf liegt, selbst dann, wenn die Temperatur der Atmosphäre beträchtlich unter dem Gefrierpunkte ist.

Wenn die untern Theilchen des Wassers vom Erdboden bis über 40° erwärmt werden, so dehnen sie sich aus, werden specifisch leichter und steigen zu der Oberfläche des flüssigen Wassers hinaus. Hier treten sie zwar ihre freie Wärme der untern Fläche des Eises ab, kehren deshalb aber doch nicht zu dem Boden des Wassers zurück, da sie sich auch beim Erkalten unter 40° wieder ausdehnen; die aus der Erde ausdünstende Wärme bringt daher nur eine sehr geringe Bewegung in der Masse des Wassers hervor, und dieser Umstand trägt gewiss sehr viel dazu bei, dem Wasser seine Wärme zu erhalten.

Wird das Wasser durch Stürme beunruhigt, so entsteht kein Eis, wenn auch gleich, bei langer Fortdauer der Kälte, die ganze Wassermasse bis zu dem Grade erkaltet ist, wo die innere Bewegung aufzuhören pflegt. Denn ob nun gleich die obern Theilchen beim fernern Erkalten nicht mehr herabzusinken streben und deshalb zum Gefrieren geneigt sind; so besitzen sie doch noch 8 bis 10° freier Wärme, die ihnen entzogen werden muß,

ehe die Eisbildung anfängt; und da die Störung des Wassers durch den Wind kein Theilchen lange genug in Berührung mit der kalten Luft läßt, um ihr auf einmahl diese Wärme abtreten zu können, so kommt es nicht so bald zum Frieren. Da aber doch das Wasser in diesem Falle eine große Quantität Wärme verliert, und zwar bei dem Winde mehr, als in stiller Luft; so entsteht, so bald der Wind aufhört und die Kälte noch anhält, das Eis desto schneller.

Kehrt der Frühling zurück, so schmilzt der Schnee von der Wärme der steigenden Sonne; und indeß die aus der Erde ausdünstende Wärme das Eis an der untern Fläche schmilzt, zergeht es auf der Oberfläche an den viel wirksamern Strahlen der Sonne. Denn obgleich das Eis durchscheinend ist, so ist es doch nicht vollkommen durchsichtig, und die Lichtmaterie muß nothwendig da, wo sie auf ihrem Durchgange durch dasselbe aufgehalten oder verschluckt wird, Wärme erzeugen.

Deshalb darf man sich auch nicht wundern, daß der den Sonnenstrahlen ausgesetzte Schnee selbst dann schmilzt, wenn die Temperatur der Luft im Schatten beträchtlich unter dem Gefrierpunkte ist; daß der Schnee an der Sonne schon fortschmilzt, ehe noch die glatte Oberfläche des

Eises merklich erweicht wird; und daß er gewöhnlich schon ganz verschwunden ist, bevor die mit Eis bedeckten Flüsse und Seen aufgehen. Die auf eine Schneelage fallenden Strahlen dringen, indem sie oft gebrochen und zurückgeworfen werden, tief in sie ein und setzen ihre Wärme hier ab, wo die kalte Luft der Atmosphäre sie nicht leicht an sich reißen kann. Die Strahlen hingegen, welche auf eine glatte und horizontale Eisfläche fallen, prallen meist aufwärts in die Atmosphäre zurück; und werden auch einige von der Oberfläche des Eises verschluckt, so wird doch die hierdurch erzeugte Wärme augenblicklich wieder von der kalten Luft fortgeführt; und kaum ist ein Wassertheilchen fluid geworden, so gefriert es schon wieder. Man sieht hieraus, daß der Schnee, welcher in kalten Ländern die Eisdecke des fassen Gewässers bedeckt, nicht allein hindert, daß dem Wasser im Winter die Wärme von der kalten Luft entzogen werde, sondern daß er auch im Frühlinge wirksam zur frühern Aufthauung des Eises beiträgt.

Ganz anders würde sich dieses alles verhalten, wenn bei der Verdichtung des Wassers durch Kälte dasselbe Gesetz statt fände, dem andere Flüssigkeiten unterworfen sind.

Da die innere Bewegung des Wassers dann so lange fort dauern müßte, als die specifische Schwere desselben durch den Austritt der Wärme sich vermehrte; so entstünde das Eis nicht eher, als bis die ganze Masse des Wassers zu der Temperatur von 32° nach Fahrenheit gekommen wäre. Um sich von der ungeheuern Quantität Wärme einen Begriff zu machen, die ein tiefes Wasser, bei der Erkaltung seiner ganzen Masse bis zu diesem Grade, verlieren müßte, darf man nur berechnen, wie viel Eis eine solche Quantität Wärme schmelzen, oder wie viel gefrierenden Wassers sie bis zum Sieden erhitzen könnte.

Nach den bekannten Versuchen gehört, um eine gewisse Quantität Eis zu schmelzen, so viel Wärme, als ein gleiches Gewicht von Wasser verliert, indem es um 140 Grade erkaltet. Mithin würde durch jeden Grad Wärme, der aus einer Wassermasse tritt, eine Eismasse, die $\frac{1}{140}$ so viel wiegt, geschmolzen werden. Wasser, das vom 40 sten bis zum 32 sten Grade erkaltet, verliert mithin eine Quantität Wärme, die eine $\frac{8}{140}$ oder $\frac{2}{35}$ so schwere Eismasse schmelzen könnte. Aus einem 35 Fuß tiefen Wasser, entwickelt sich daher bei diesem Erkalten eine Wärme, die eine Eislage von 2 Fuß Dicke schmelzen könnte.

Dies ist aber noch nicht alles; denn da die erkälteren, folglich specifisch schwerer gewordenen Wassertheilchen von der Oberfläche des Wassers unmittelbar auf seinen Grund sinken müssen, so würde der größte Theil der im Sommer dort aufgehäuften Wärme ihnen mitgetheilt werden und verloren gehen, ehe das Wasser zu frieren anfinge. Hätte sich dann einmahl das Eis gebildet, so würde seine Dicke sehr schnell, und so lange der Winter dauerte, zunehmen. Wahrscheinlich würde dann das Wasser großer Seen, in unserm gemäßigten Klima, bei einem strengen Winter, zu einer solchen Tiefe zufrieren, daß die Wärme des folgenden Sommers es nicht wieder aufzuthauen vermöchte. Und ereignete sich dies erst ein Mahl, so würde gewiß der folgende Winter die ganze Wassermasse in einen festen Eiskörper verwandeln, der in alle Ewigkeit seine liquide Form nicht wieder erhalten könnte. Herr von Saussüre fand im Februar, nach einem Monat langen Froste, bei der Luft-Temperatur von 38° , das Wasser des Genfer Sees an der Oberfläche von 41° , und in einer Tiefe von 1000 Fuß von 40° Wärme. Hätte der Frost noch etwas weniger länger angehalten, so hätte sich das Eis gebildet. Erforderte aber die Natur des Wassers, daß die ganze Masse des Fluidi in

diesem See erst bis zum 32sten Grade hätte erkalten müssen, ehe es zur Erzeugung des Eises fähig geworden wäre; so würde die Eisbildung nur dann erfolgt seyn, wenn das Wasser so viel Wärme verloren hätte, als zur Schmelzung einer über 57 Fuß dicken Eisdecke hingereicht hätte. Und diese Quantität Wärme ist groß genug, um eine Masse eiskalten Wassers, vom Umfange dieses Sees und 49 Fuß Tiefe, bis zum Sieden zu erhitzen.

Die Einfachheit der Einrichtung, durch die alle diese Wärme dem Wasser erhalten wird, ist nicht genug zu bewundern, so wenig als die wohlthätigen Folgen des einfachen Gesetzes, das bei der Verdichtung des Wassers statt findet.

3.

Noch war es nöthig, in den vom Aequator entfernten Gegenden die Kälte der Polar-Winde zu mäßigen, um die Gewässer, den Erdboden und die Gewächse gegen ihre zu große Kälte zu schützen; und dieses geschieht durch das Wasser des Oceans, der nicht allein hierzu vorzüglich geschickt, sondern auch dazu besonders bestimmt zu seyn scheint.

Das Wasser des Oceans enthält einen großen Antheil aufgelöstes Salz, und wir haben gesehen, daß die Verdichtung der Salzauflösung, bei ih-

rem Erkalten, sich nach einem ganz andern Gesetze, als die Verdichtung des reinen Wassers richtet. Gerade dieses macht das Meer vorzüglich geschickt, der kalten über dasselbe hinwehenden Luft Wärme mitzutheilen. Da das Seewasser im Erkalten fortfährt, sich zu verdichten, selbst noch jenseits des Punktes, wo süßes Wasser gefriert; so hört die innere Bewegung hier nicht, wie im reinen Wasser, bei einer Temperatur von 40° auf. Die obern Theilchen sinken nach dem Verluste ihrer Wärme immerfort von der Oberfläche hinab, statt ihrer steigen wieder wärmere herauf, und bei diesem beständigen Zuflusse der wärmeren Theilchen nach der Oberfläche wird der Luft ohne Vergleich mehr Wärme, als von süßem Wasser bei derselben Temperatur mitgetheilt, wie das die folgende Rechnung beweiset.

Das Meerwasser und das frische Wasser mögen beide eine Temperatur von 40° haben; und wir wollen annehmen, sie hätten auch denselben Gefrierpunkt bei 32° , (ob dieser gleich beim Meerwasser tiefer liegt und die Luft über dem Meere daher länger gewärmt wird;) auch finde die Mittheilung der Wärme nicht weiter statt, so bald eine Eisdecke gebildet ist. Das süße Wasser hört in dieser Temperatur auf, verdichtet zu wer-

den; die innere Bewegung stockt; und das Eis bildet sich sogleich an der Oberfläche: das Meerwasser dagegen verdichtet sich immerfort, so lange es Wärme verliert; die innere Bewegung desselben hält an; und das Eis kann hier schlechterdings nicht eher entstehen, als bis die ganze Masse des Wassers bis zu 32° erkaltet ist. Das Meerwasser tritt daher vor der Entstehung des Eises zum wenigsten 8 Grad mehr Wärme, als das süsse Wasser, der darüber stehenden Luft ab; eine außerordentliche Quantität Wärme, die, unsrer vorigen Rechnung zufolge, hinreichen mußte, eine über das ganze Meer verbreitete Eisdecke zu schmelzen, deren Dicke $\frac{2}{3}$ stel der Seetiefe betrüge. In der Nordsee, unter 67° Breite, wo Lord Mulgrave das Meer 4680 Fuß tief fand, würde diese Eisdecke 265 Fuß dick seyn, Ein Grad Wärme, der aus dem Wasser in die Luft übergeht, vermag aber eine Luftschicht, die 44 Mal so hoch, als das Wasser tief ist, 10 Grad zu erwärmen. Bei der Bildung des Eises entwickelt sich vollends so viel Wärme, daß eine darüber gebildete Luftschicht 2220 Mal so dick als das gebildete Eis, (die also im letztern Beispiele 265 . 2220 Fuß, oder 180 Meilen hoch wäre,) dadurch in ihrer Temperatur um 28° , oder vom Frostpunkte bis 50° nach Fahrenheit erhöht

werden würde, d. h., bis zur mittlern Temperatur des nördlichen Deutschlands. Hieraus mag man beurtheilen, wie wirksam das Wasser der Oceans, der nirgends als in sehr hohen Breiten zufriert, zur Erwärmung der kalten hinabdringenden Polar Winde ist.

Der Ocean mildert indeß nicht bloß die außerordentliche Kälte der Polar - Gegenden, sondern er ist auch nicht minder wirksam, um die übertriebene Hitze in den heißen Zonen zu mäßigen; beides bewirkt er durch eine und dieselbe Einrichtung, nämlich durch seine Salzigkeit.

Da beim Erkalten des Salzwässers die innere Bewegung der Theilchen noch lange, selbst über die Temperatur hinaus fortwährt, in welcher süßes Wasser gefriert; so sinken die Theilchen, die durch die unmittelbare Berührung der kalten Winde an der Oberfläche erkalten, immerfort zum Grunde der See hinab, wo sie bleiben müssen, bis neue ihnen zukommende Wärme ihre specifische Schwere wieder vermindert und sie nach der Oberfläche hinauftreibt. Aber die verlorne Wärme kann ihnen in den Polar - Gegenden nie wieder ersetzt werden, da unzählige Versuche es außer allen Zweifel gesetzt haben, daß *kein Wärme - Princip sich in den innern Theilen des Erdballs befindet*, welches durch den Boden des

Meeres dem darauf ruhenden Wasser Wärme zuzuhren könnte. Man hat gefunden, daß in einer großen Tiefe unter der Oberfläche die Temperatur der Erde in den verschiedenen Breiten sehr von einander abweicht, und es ist außer Zweifel, daß dieses auch mit der Temperatur in der Tiefe des Meeres der Fall ist, in so fern die Meeresströmung darin keine Veränderung hervorbringen. Auch dieses ist mit ein Beweis, daß die Wärme, die wir im Sommer und Winter ohne merkliche Veränderung, in großen Tiefen, an einem und demselben Orte finden, der Einwirkung der Sonne, und nicht einem *Central-Feuer*, wie Einige voreilig vermutheten, zuzuschreiben sey. *)

*) Aber woher rührt diese Wärme? Darüber äußert Herr von Humboldt in einer Abhandlung über den Einfluß der Wärme aus chemischen Zersetzungen auf die Temperatur, in Moll's Jahrbüchern für die Berg- und Hüttenkunde, B. 3, S. 1, Salzburg 1799, folgende interessante Vermuthung. Unser Erdkörper ist, nach allen Beobachtungen, aus dem flüssigen in den festen Zustand übergegangen. Dieses konnte nicht ohne Freiwerdung von Wärme geschehen, und daher rühren, wie er glaubt, nicht bloß die Erdwärme, sondern auch die Spuren von südlichen Pflanzen und Thieren in den Nordländern, da diese freiwerdende Wärme der in den festen Zustand übergehenden Erde sich auf mannigfaltige Art auch in der Atmosphäre verbreiten

Aber wenn das Meerwasser, das nach dem Verluste eines großen Theils seiner Wärme hinabsinkt, da, wo dieses geschieht, nicht wieder erwärmt werden kann; so muß es, weil seine spezifische Schwere größer, als die des Wassers in derselben Tiefe unter wärmern Breiten ist, augenblicklich anfangen, sich auf dem Grunde des Meeres nach dieser Gegend hin auszubreiten, und folglich gegen den Aequator hinzufliessen; und dieses muß nothwendig einen Strom von entgegengesetzter Richtung auf der Oberfläche hervorbringen. Von dem Daseyn dieser beiden Ströme giebt es unwiderlegbare Beweise; auch wird die Existenz des einen schon durch die des andern dargethan.

Das, was man im atlantischen Meere den Strom des Meerbusens von Mexiko, (*Gulph-stream*), nennt, ist nichts anderes, als einer dieser Ströme; nämlich

mußte, dort aber sich nicht so, wie in der Erde, gleichmäßig vertheilt erhalten konnte, da denn die Nordländer erkalteten und ihre südliche Vegetation größtentheils zerstört wurde; eine Erklärung, die durch das gänzliche Unhaltbare der bisherigen Hypothesen, (deren vorzüglichste, aus der Veränderung der Lage der Ekliptik, la Place hinlänglich widerlegt hat,) noch mehr gehoben wird.

nämlich der Strom der Oberfläche, der vom Aequator gegen den Nordpol fließt, und auf dessen Richtung die Muffons und die Gestalt des festen Landes von Nord-Amerika Einfluss haben. Den Lauf des untern entgegengesetzten Stroms beweiset unmittelbar die Kälte, die man in großen Meerestiefen in den heißen Gegenden findet, die um vieles niedriger, als die mittlere jährliche Temperatur der Erde in diesen Gegenden ist, und deshalb aus den kältern Regionen herkommen muß. Herr Kirwan hat, in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Temperatur der verschiedenen Breiten, die mittlere Temperatur der Breite von 67° auf 39° angegeben. Lord Mulgrave fand aber den 20ten Junius bei der Temperatur der Luft von $48\frac{1}{2}^{\circ}$, die Temperatur der See, in einer Tiefe von 4680 Fuß, 6 Grad unter dem Gefrierpunkte, oder 26° nach Fahrenheits Thermometer. — Den 31sten August war in der Breite von 69° , wo die mittlere Temperatur ungefähr 38° zu seyn pflegt, die Temperatur der See, in einer Tiefe von 4038 Fuß, 32° , während die Temperatur der Atmosphäre, (und wahrscheinlich auch die des Wassers auf der Seeoberfläche,) $59\frac{1}{2}^{\circ}$ betrug.

Einen noch auffallendern Beweis für das Daseyn der kalten Ströme, die auf dem Boden des

Meeres von den Polen gegen den Aequator zu fließen, giebt der sehr bemerkbare Unterschied, der sich in der Gegend der Wendekreise zwischen den Temperaturen der See an der Oberfläche und in einer grossen Tiefe findet. Denn obgleich die Temperatur der Atmosphäre daselbst so beständig ist, daß die grössten, durch die Jahreszeiten hervorgerufenen Veränderungen sich selten über 5 oder 6 Grad belaufen; so findet sich, doch zwischen der Wärme des Wassers auf der Oberfläche der See, und in einer Tiefe von 3600 Fufs, ein Unterschied von 31 Graden, indem gewöhnlich die Temperatur auf der Oberfläche 84° , und in der erwähnten Tiefe 53° ist. *) Diese Kälte in der Meeres-tiefe der heißen Zone scheint sich auf keine andere Art, als aus den kalten Strömen, die von den Polar-Gegenden hinabdringen, erklären zu lassen. Und die Nützlichkeit dieser Ströme zur Milderung der ausserordentlichen Hitze dieser Gegenden springt daher in die Augen.

Da sie durch die Verschiedenheit in der specifischen Schwere des Seewassers bei verschiedenen Temperaturen bewirkt werden, so müssen sie eine desto grössere Geschwindigkeit annehmen, je

*) *Philosophical Transactions for 1792.*

mehr die specifische Schwere der Theilchen durch dieselben verändert wird. Es läßt sich daher leicht abnehmen, wie viel gröfser sie im falzigen als im süßen Wasser seyn muß, und wie viel wirksamer diese Abkühlung durch das Meer als durch süßes Wasser erreicht wird.

4.

Es ist merkwürdig, daß das Wasser aller grofsen Landseen, und in den kalten Klimaten selbst das Wasser der meisten inländischen Meere, die, (gleich dem baltischen,) nur durch enge Kanäle mit dem Ocean zusammenhängen, *süß ist*. Die Folgen, welche aus der entgegengesetzten Einrichtung entstehen würden, können uns leicht überführen, daß dieses nicht ohne Zweck ist. Zwar würden diese weit in das feste Land tretenden Seen, der kalten Klimate, wenn sie eben so falzig als das Meer wären, die Winde, die zu Anfang des Winters über sie fortwehen, stärker erwärmen, und die Temperatur der Luft, an der den Winden entgegengesetzten Seite des Sees, mehr mildern, als bei süßen Gewässern geschieht: da aber dann das Wasser eine unermessliche Quantität Wärme von sich geben müßte, ehe es an seiner Oberfläche gefröre, so würde es bei der Rückkehr der warmen Jahreszeit so erkalten

seyn, daß der Frühling, vielleicht auch ein Theil des Sommers, darüber hingehen könnte; ehe es durch die Sonne die verlorne Wärme wieder erhielte. Durch die Kälte dieser Gewässer müßte auch die Temperatur der Atmosphäre erniedrigt, und dadurch die Vegetation der umliegenden Gegend, in einer beträchtlichen Entfernung, ins Stocken gebracht werden. Sollte daher auch im Winter die Luft, an der Seite des Sees, die den Winden entgegengesetzt ist, etwas gemildert werden, (welches jedoch immer nur in einer sehr kleinen Ausdehnung der Fall seyn könnte;) so würde doch dieser Vorthail auf keine Weise den schädlichen Wirkungen das Gegengewicht halten, die aus einer so großen, kalten Wassermasse, im Sommer, entspringen müßten.

Wenn dagegen jetzt, da diese Gewässer süß sind, der Winter einmahl recht eingetreten, Flüsse und Seen zugefroren sind, und alles mit Schnee bedeckt ist; so können einige Grade von Kälte mehr, keine dauernden, schlimmen Folgen hervorbringen. Haben sie ja einigen Einfluß auf den künftigen Sommer, so machen sie ihn eher wärmer, als kälter. Seen mit Salzwasser würden also in kalten Gegenden, im Winter von keinem reellen Nutzen, aber von sehr großem Schaden

für den Sommer seyn: da hingegen füße Seen, die zu Anfang des Winters schon zufrieren und den größten Theil ihrer Wärme den Winter hindurch behalten, in dieser Jahreszeit zwar wenig oder gar nichts nutzen, für den Sommer aber auch von keinem schädlichen Einflusse sind.

VI.

EINWÜRFE,

welche

der Herr Professor DE LUC
*der Theorie des Grafen RUMFORD über
 die Fortpflanzung der Wärme durch
 Flüssigkeiten entgegenstellt, mit Be-
 merkungen des Herausgebers.*)*

I.

Nach der Theorie des Grafen Rumford soll
 zwar jedes Theilchen einer Flüssigkeit, *einzel-*
(individually,) von andern Körpern Wärme an-
 nehmen und sie ihnen mittheilen können, aber

*) Der Aufsatz, in welchem Herr de Luc diese Ein-
 würfe vorträgt, steht in VON CRELLS *chemischen
 Annalen*, J. 1798, B. I, S. 288 u. 368. Die Un-
 parteilichkeit fordert es, die Bemerkungen eines
 so vorzüglichen Naturforschers gegen die Hypothe-
 se des Grafen Rumford nicht unerwähnt zu
 lassen, sollten sie sich gleich genugthuend beant-
 worten lassen. Schade, daß Herr de Luc, als er
 dieses schrieb, bloß den ersten Theil des siebenten
Essay's kannte, und daß seine Einwürfe sich bloß
 auf diesen, nicht auch auf den zweiten Theil, den
 ich im folgenden Hefte mittheilen werde, be-
 ziehen,

d. H.

zwischen diesen Theilchen selbst soll *kein Uebergang* und *keine Mittheilung* der Wärme möglich seyn. Diese Behauptung kann aber mit keiner der bekannten Theorien über die Wärme bestehen.

Nimmt man einen *Wärmestoff* als Ursache der Wärme an, so muß man sich die einzelnen Theilchen, (Mollekulen,) einer Flüssigkeit entweder als *einfach*, d. i. als wahre Elemente, oder als aus einfachen, chemisch verwandten Elementen *zusammengesetzt* denken. Im ersten Falle können sie von der wärmeerzeugenden Flüssigkeit nicht durchdrungen werden;*) im letztern würde ihre chemische Vereinigung vom durchdringenden Wärmestoffe getrennt, und folglich die Natur der Flüssigkeit verändert werden, wie man das in mehrern Fällen beobachtet hat.**). Die Mollekulen selbst können daher nicht erwärmt und ausgedehnt werden; und unsere Begriffe von Wärme passen nur auf ein Aggregat derselben, nicht auf sie ein.

*) Herr de Luc ist, wie sein Landsmann le Sage, ein Freund der mechanischen und atomistischen Vorstellungsarten in der Physik. Daher diese Behauptung, welche ein Physiker, der die dynamische Naturansicht vorzieht, ihm schwerlich zustehen wird.
d. H.

**) Das braucht aber deshalb nicht immer zu geschehen.
d. H.

gende und hinabsteigende Ströme hervorzubringen. *)

5. Ein Thermometer, um das ringsum ein Eischale gefroren ist, folgt, meinen Beobachtungen gemäß, den Bewegungen eines nicht umfrieren, (freilich langsam und im Verhältnisse der Dicke des Eises,) in jeder Temperatur unter dem Frostopunkte. **)

Graf Rumford hat folglich, wie alle diese Gründe zeigen, seinen Satz, daß Flüssigkeiten *Nichtleiter der Wärme* sind, nicht erwiesen; vielmehr folgt aus seinen eignen Versuchen, daß sie sowohl, als alle andere Substanzen, von der Wärme durchdrungen werden. ***) Gleichwohl sind

*) Da die Theilchen einer Flüssigkeit sich mit der geringsten Kraft unter einander verschieben lassen; so wird auch dieser kleine Unterschied allerdings einen Strom bewirken, nur daß er sehr langsam seyn möchte, daher dieser Einwurf wenig Kraft hat. d. H.

**) Graf Rumford selbst zeigt durch Versuche, die ich im folgenden Stücke mittheilen werde, daß Wärme sich durch Eis nach unten fortpflanzt. Sein Satz spricht aber nur von Flüssigkeiten, nicht von Wasser im festen Zustande. d. H.

***) Herrn de Luc's Gründe gegen die Rumfordsche Hypothese lassen sich, wie ich hier gezeigt zu ha-

chen fortpflanzen? das zu läugnen, dazu berechtigt uns nichts in dieser Theorie.

2. Aus dem Hauptversuche des Grafen mit dem St. 2, S. 218 beschriebenen Instrumente, in welchem, bei Annäherung an einen wärmern oder kältern Körper, sogleich zwei entgegengesetzte Ströme entstanden, folgt für die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten gerade das *Gegentheil* von der Hypothese, welche Graf Rumford darauf gründet. Denn der heraufsteigende und herabgehende Strom, die in der mit Bernsteinstückchen vermischten Salzauflösung sich *sogleich* zeigten, wenn ein warmer Körper dem Instrumente *plötzlich* genähert wurde, hatten doch sicher eine meßbare Dicke. Da sie nun durch Ausdehnung der Flüssigkeit entstanden; so mußte diese bis in eine meßbare Tiefe augenblicklich bei Annäherung eines warmen Körpers ausgedehnt, *also von der Wärme selbst, bis zu dieser Tiefe, augenblicklich durchdrungen werden.* Der Grund, warum in einer Flüssigkeit diese Durchdringung nicht wie beim festen Körper in derselben Richtung weiter geht, ist der Strom selbst, der im Augenblicke entsteht, als die Wassertheilchen an den Seiten des Glases, beim Durchlassen der Wärme, ausgedehnt, und folglich specifisch leichter werden. Diese steigen daher in die Höhe, ehe sie ihr Ue-

VII.

Ueber das Gefrieren des Wassers,

vom

Professor EGIDIUS HELLER

in Fulda.

IN GEHLERS *Wörterbuche*, 1. Th., S. 677 ff., liest man folgendes: „Fahrenheit setzte eine zur Hälfte mit Wasser gefüllte luftleere Kugel einer Kälte aus, welche nach seinem Thermometer 15° , (-7° R.,) betrug, und fand es noch am andern Morgen flüssig, obgleich die Kälte auf einerlei Grad geblieben war. Er brach nun die Spitze ab, in welche die Kugel beim Zuschmelzen ausgezogen war, und sah das Wasser augenblicklich mit kleinen Eissplittern vermischt, woraus er anfänglich schloß, der Mangel der Luft habe das Gefrieren verhindert. Bei wiederholten Versuchen aber lehrte ihn ein Zufall, daß vielmehr die Ruhe das Gefrieren verhindere, und eine kleine Bewegung hinreichend sey, ein so stark erkältetes Wasser in Eis zu verwandeln. Er stieß mit dem Fulse an, als er eine solche Kugel in der Hand trug, und sogleich war das ganze Wasser mit Eissplittern vermischt. Mairan führt eine Nachricht von Micheli an, daß
das

das Wasser in stiller Luft eine Kälte von fünf Reaumur'schen Graden unter dem Eispunkte aushalte, aber bei Berührung der Oberfläche mit einem in Schnee geriebenen eisernen Drahte Eispitter bilde, wobei ein darin stehendes Thermometer sogleich bis auf den Eispunkt steige. Mairan selbst hat eine ganze Reihe von Versuchen hierüber angestellt, wobei Wasser, über dessen Oberfläche Baumöhl gegossen war, bei einer Kälte von fünf Graden unter dem Eispunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüssel an das Gefäß klopfte, da dann nach 12 bis 15 Schlägen das ganze Wasser mit Eischiefen vermengt ward und nach weggenommenem Baumöhl sich völlig in Eis verwandelte. Das dareingesenkte Thermometer stieg während dieser Zeit, und die entstandenen Eispitter, in anderes Wasser geworfen, schwammen auf demselben.“ Die neuern Untersuchungen von Herrn Blagden liest man in *GREN'S Journal der Physik*, B. 2, S. 87 u. f. w.

Mir wollte das Stossen, Klopfen, Rühren an dem Gefässe immer nicht recht gelingen, um ein *schnelles* Gefrieren des unter dem Eispunkte erkälteren Wassers zu bewirken. Endlich schien es mir, als wenn ich des Wassers immer zu viel genommen hätte, und daß man *so wenig als möglich* nehmen müsse, um den Versuch deutlich dar-

·zustellen. Es wurden also zwei Thermometer an einen Querbalken befestigt, so daß sie ein Paar Zoll von einander abstanden, und vor einem nach Norden gelegenen Fenster der freien Luft ausgesetzt, bis sie zur Temperatur derselben gekommen waren. Das eine Thermometer diente absichtlich dazu, die jedesmahlige Temperatur der Luft anzuzeigen. Das andere war für den Versuch bestimmt. Das Wasser, das gefrieren sollte, war jederzeit bis zum Siedepunkte erhitzt worden. So oft nun der Versuch angestellt werden sollte, goß ich von diesem Wasser etwas in eine Tasse, brachte sie so an das zweite Thermometer, daß seine Kugel ins Wasser eingesenkt ward, zog die Tasse wieder behutsam weg, wodurch es geschehen mußte, daß an der Kugel des Thermometers nur ein Tropfen hängen blieb; wenig Wasser also, wie ich es wünschte.

Was nun mit diesem Tropfen vorging, erzählen unter mehreren vorm Jahre und im letztverflossenen Winter angestellten Versuchen nur folgende:

1. An einem Decembertage war die Temperatur der Luft 5° Reaum. unter dem Eispunkte. Der Himmel war heiter und kein Lüftchen wehte. Das zweite Thermometer, an dessen Kugel der Tropfen Wasser hing, war endlich auch auf -5°

herabgesunken, — und der Tropfen war noch flüssig und hell, das umgekehrte Bild eines nahen Thurms war noch ganz deutlich darin; aber nicht lange hernach wurde es undeutlicher, bis endlich ganz kleine Splitterchen im Tropfen herumschwammen. Jetzt brachte ich ein *ganz kleines* Eispitzchen an den Tropfen, und der überraschende Erfolg war, daß er *augenblicklich* erstarrte und ein *festes* Kügelchen formirte. Das Thermometer war durch die während des Gefrierens entwickelte Wärme schnell auf -4° gestiegen, sank aber bald wieder auf -5° , d. i., zur damahligen Temperatur der Luft herab. Der Versuch wurde mit gleichem Erfolge mehrmahls wiederholt, wobei es mich ungemein amüsirte, des Thurmes Bild vor mir zu haben und es in einem Nu zu vernichten.

2. An einem andern Decembertage war die Temperatur der Luft 4° unter dem Eispunkte. Das Eis- oder Schneespitzchen, (gleich viel,) wurde schon an den Tropfen gebracht, als das Thermometer, woran er hing, nur erst auf 2° unter den Eispunkt gekommen war. Allein der Tropfen gefror nicht, sondern floß in das Spitzchen ab.

3. Temperatur der Luft -4° . Es herrschte ein scharfer Wind, und aus der Luft fielen viele

kleine Schneeflöckchen nieder, die der Wind umhertrieb. Das Thermometer, woran der Wassertropfen hing, erreichte bei dieser Witterung in mehrern Versuchen niemals die Temperatur der Luft -4° ; sondern wenn es auf -1° kam, gefror schon der Tropfen.

4. Temperatur der Luft -14° . Der Himmel war bei Ostluft äusserst heiter und es war völlig windstill. Der Tropfen kam nur auf -4° : nachdem ich dies wußte, gelang der Versuch wie in Nr. 1 u. f. w.

Dies mag hinreichen, um die Umstände zu bezeichnen, unter welchen ein glücklicher Erfolg zu erwarten ist. Der Tag muß kalt, aber nicht windig, nicht trübe, sondern ruhig und heiter, und die Kugel des Thermometers vor dem Versuche rein abgewischt und trocken seyn. Die Bilder im Wassertropfen hat man nebenher gratis.

VIII.

VERSUCHE MIT KÜNSTLICHER KÄLTE,

angestellt

von

FOURCROY, GUYTON, dem Grafen von
MUSSIN PUSCHKIN, ZANETTI, ROUP-
PE und HASSENFRATZ.

Die beiden berühmten pariser Chemiker Fourcroy und Vauquelin haben die strenge Kälte des verfloßenen Winters genutzt, um die interessanten *Lowitzischen* Versuche zu wiederholen. Als sie, nach Lowitz Art, 8 Theile salzsaurer Kalkerde mit 6 Theilen lockerm Schnee mischten, sank das Centesimal-Thermometer, indem die Mischung schmolz, bis auf -39° , und bis auf -43° , (d. h., auf $-34^{\circ},4$ nach Reaumur,) als man eine zweite solche Mischung in einem Glase machte, welches in der erstern Mischung stand.

Eine Masse *Quecksilber* von wenigen Grammen wurde bei -42° , ($-33^{\circ},6$ n. R.,) fest. *)

*) Im *Bulletin des Sciences etc.*, An 7, pag. 179, aus dem ich diese Nachricht entlehne, wird nicht gesagt, ob das Thermometer, dessen sich die bei-

Nimmt man eine etwas beträchtlichere Menge von Quecksilber, so wird das Innere der Masse nicht fest; und gießt man das Flüssige ab, so findet man octaëdrische Quecksilberkrystalle. *)

Flüssiges völlig gesättigtes *Ammoniak* schoss in weißen Nadeln an bei -42° und verlor zum

den Chemiker bedienten, mit Quecksilber oder mit Weingeist gefüllt war, und, war das erste der Fall, welcher Vorlicht sie sich bedient haben, um den Augenblick des Frierens wahrzunehmen. Nach den unten anzuführenden Versuchen ist der Frostpunkt des Quecksilbers bei -32° bis $-32^{\circ},5$ nach Reaumur, d. h., höchstens bei $-40^{\circ},5$ des Centesimal-Thermometers, daher alle hier angegebene niedrigere Temperaturen unzuverlässig seyn würden, hätten sich die französischen Chemiker keines Weingeist-Thermometers bedient, und den Stand desselben auf ein Quecksilber-Thermometer reducirt. Dafs man darüber im Ungewissen gelassen wird, ist ein Mangel, der leider so manche sonst interessante Nachricht im *Bulletin des Sciences de la Soc. philomatique* etwas unbrauchbar macht.

d. H.

*) Nach einer Nachricht in der *Décade philosophique*, An. 7, No. 14, haben beide Chemiker eine Masse von 20 Pfund Quecksilber völlig zum Frieren gebracht. In einem Schmelztiegel von Platina soll das Quecksilber innerhalb 30 Sekunden, in Porzellan oder in irdenen Schmelztiegeln erst in 2 Minuten gefroren seyn.

d. H.

Theil feinen Geruch. Bei -47 oder 49° verwandelt es sich in eine gallertartige Masse.

Salpetersäure mit *Salpetergas* gemischt, schießt gleichfalls bei -40° in rothen Nadeln an, und verwandelt sich in eine Art von Butter. *Salzsäure* friert leicht bei -42° in eine gelbe, körnige Art von Butter.

Gut rectificirter *Schwefeläther* krySTALLISIRT sich bei einer Kälte von -44° in weißlichen Blättchen, und wird endlich zu einer dunkeln, weißen Masse. Hingegen frör *Alkohol* in dieser Kälte nicht, welches eine große Verschiedenheit unter diesen Stoffen beweiset. *)

Taucht man den Finger in die frosterregende Mischung; so fühlt man einen Schmerz gleich einem heftigen Drucke im Schraubenstock. In 4 Sekunden wurde der Finger so weiß wie Schnee,

*) Sonderbar, daß *Fourcroy* die *Salpeter-* und die *Salzsäure* zum Frieren brachte, indess dieses dem Grafen von *Mussin Puschkin* bei einer viel heftigern Kälte nicht gelang. Uebrigens vergleiche man hiermit die Versuche, welche an der *Hudsonsbay* über das Gefrieren der *Salpetersäure*, der *Schwefelsäure* und des *Weingeists* angestellt wurden, die aus den *Philos. Transact. for 1782* in *v. CRELLS Beiträge zu den chemischen Annalen*, B. 2, S. 279, entlehnt sind; auch *Neues Journ. d. Physik*, B. 4, S. 471.

ohne Empfindung, und ließ sich nur mit Mühe wieder ins Leben bringen.

Der Bürger Guyton stellte ähnliche Versuche im Laboratorio der polytechnischen Schule an. Unter diesen sind ihm folgende Erfahrungen eigen: *Kali* mit Alkohol präparirt, und in einem gleichen Gewichte von Wasser aufgelöst, froh nicht bei -43° des Centesimal-Thermometers.

Ammoniak-Gas aus recht trockenem Kalk und salzsaurem Ammoniak bereitet, das man in zwei zusammenhängende Ballons, die mit einer frosterregenden Mischung umgeben waren, aus einem in den andern steigen ließ, verdichtete sich bei einer Kälte von -41° , ($32^{\circ},8$ n. R.) zu einer tropfbaren Flüssigkeit, die im ersten Ballon bald zu einer festen Masse froh, im zweyten aber flüssig blieb. Als darauf die Temperatur des Apparats bis auf -21° stieg, wurde die feste Masse des ersten Ballons wieder zu einer tropfbaren Flüssigkeit, und die Flüssigkeit des zweyten zum Gas. Es scheint, als sey das *Ammoniak-Gas*, das in die Ballons stieg, feucht gewesen, und als habe das beigemischte Wasser das Frieren desselben im ersten Ballon veranlaßt. Das, was in den zweiten Ballon überstieg, war durch den

Frost, den es im ersten gelitten hatte, ausgetrocknet, und verwandelte sich deshalb nur in tropfbares Ammoniak, welches bei der Rückkehr von hinlänglicher Wärme wieder in den gasartigen Zustand überging. - Ein Zufall störte diesen Versuch, und machte die Resultate unsicher, daher sich Guyton vornahm, ihn zu wiederholen. *)

Guyton suchte auch das Verhältniß aufzufinden, nach welchem Schnee und Salze zu mischen sind, um die größtmögliche Kälte zu erzeugen. Dieses bestimmt er mittelst einer einfachen Rechnung aus den bekannten Sättigungsverhältnissen des Wassers mit Salzen unter verschiedenen Temperaturen, indem er zeigt, daß dazu gerade so viel Salz erfordert wird, als nöthig ist, um das Wasser bei der Temperatur, die man bezweckt, völlig zu sättigen. Denn dann muß die Mischung zerfließen und tropfbar-flüssig werden. Ein Uebermaass an Salz oder an Schnee geht mit dem beigemischten Stoffe keine chemische Verbindung ein, hindert dadurch das Flüssigwerden, und giebt Wärmestoff her, wodurch die erzeugte Kälte vermindert wird. So z. B. sättigt 1 Theil

*) Man vergleiche diesen Versuch mit dem, welchen Herr van Marum S. 136 dieser Annalen beschreibt.

Kochsalz 2,8 Theile Wasser, bei einer Temperatur von -5° , und ungefähr 5 Theile Wasser bei einer Temperatur von $-21^{\circ},25$. Daher muß man 5 Theile Schnee mit 1 Theile Kochsalz mischen, um eine künstliche Kälte von $-21^{\circ},25$ zu erzeugen.

Die Salze, die beim Schmelzen durch Feuer ihr KrySTALLisations-Wasser verloren haben, entwickeln, wenn man zu ihnen Wasser gießt, anfangs Wärmestoff, bis sie so viel Wasser eingesogen haben, als sie im festen Zustande fassen können; dann erst erzeugen sie bei ihrer Verbindung mit mehrerm Wasser Kälte. Man muß daher, um die größtmöglichste Kälte zu erzeugen, Salze nehmen, die alles ihr KrySTALLisations-Wasser haben. *Salzsaure Kalkerde* schmilzt am Feuer bei $+25^{\circ}$, und wird dann beim Erkalten eine feste Masse: wird sie gepulvert und durch ein Haarsieb geschlagen, so nimmt sie an der Luft von selbst alles verlorne KrySTALLisations-Wasser wieder an, dessen sie, um mit Schnee die größte Kälte zu erzeugen, bedarf.

*

*

*

Nicht minder neu und interessant sind die Versuche mit künstlicher Kälte, nach Lowitz Art erregt, welche der Graf von Mussin Pusch-

kin, Vice-Präsident des Bergwerks-Collegiums in Petersburg, schon 1797 am 5ten Dec., in Gegenwart des Herrn Lowitz anstellte. Er setzte in einer schicklichen Vorrichtung *flußspathsaures Gas*, in welchem *Kieselerde aufgelöst war*, dieser Kälte aus, in Hoffnung, es würde dadurch, gleich dem zündenden Salzgas, in einen festen Zustand gebracht, und die Kieselerde unter einer merkwürdigen Gestalt abgesetzt werden. Allein, obgleich die Kälte — 36° bis — 40° nach Reaumur betrug, so blieb doch die Flußspathsäure, mit der aufgelöseten Kieselerde, in der Gestalt einer elastischen Flüssigkeit, und konnte durch diese Kälte nicht einmahl genöthigt werden, einen Theil der aufgelöseten Kieselerde abzusetzen. Als man ein Pfund Wasser in die Vorlage goß, worin die Säure war, froz dieses augenblicklich; zugleich setzte sich eine beträchtliche Rinde von Kieselerde ab, und nach dem Aufthauen war dieses Wasser sehr sauer, wie ein starker Weinessig.

Rauchendes Nordhäuser *Vitriolöl*, caustisches, flüssiges *Ammoniak*, und phosphorsaures, bis zur Consistenz des Vitriolöls eingedicktes *Ammoniak*, froren, dieser Kälte ausgesetzt, zum Theil; die beiden erstern zeigten sich dabei in ihrer bekannten Kry stallenform, das letztere dagegen wie ein streifiges Gewebe. Alle drei blie-

ben eine beträchtliche Zeit hindurch fest. — Rauchender *Salpetergeist*, so wie die gewöhnliche *Salpeter*- und die *Salzsäure*, konnten, aller Bemühungen ungeachtet, nicht zum Frieren gebracht werden.

Eben so wenig gelang es diesen Chemikern, nach der im Neuen Journal der Physik, Band 3, beschriebenen Methode des Herrn van Mons, eine Mischung von Wasser und Alkohol in einer Retorte völlig zum Frieren zu bringen, und dann, durch das bloße Auflegen der Hand, aus der Retorte in die damit verbundene Vorlage einen Alkohol überzutreiben, dessen Flüchtigkeit so groß seyn soll, daß 2 Quentchen, die man aus einer Höhe von 6 Fuß hinabfallen läßt, verfliegen, bevor sie den Boden erreichen. Sie mochten auf 1 Theil Alkohol 3 oder 2 Theile Wasser nehmen, nie konnten sie die Masse ganz zum Frieren bringen. Im ersten Falle schoß nur $\frac{3}{4}$ der Masse auf dem Boden der Retorte in Eisstrahlen an, und im zweiten gefror höchstens $\frac{5}{6}$ des Ganzen. Es entstanden in der Flüssigkeit innere Bewegungen, den Meereswellen gleich; kleine Schichten der Flüssigkeit erhoben sich, und fielen wieder, wobei sich zwar von Zeit zu Zeit einige Luftblasen entbanden, die aber nicht die Ursache dieser Bewegung seyn konnten, welche der Graf vielmehr

der Scheidung des Weingeists vom gefrierenden Wasser zuschreibt. Als man 10 Theile Wasser zu 1 Theile Alkohol setzte, fror zwar fast die ganze Masse, da die Kälte — 38° war; aber selbst wenn man eine stark erhitzte eiserne Schaufel dem Gewölbe der Retorte näherte, ging kein Dampf in die Vorlage über. Es wäre sehr zu wünschen, schließt der Graf, daß der Urheber dieses interessanten Versuchs seine Werkzeuge, sein Verfahren, und besonders das Verhältniß von Wasser und Alkohol dem Gewichte nach genauer beschriebe, auch den Grad der dazu nöthigen künstlichen Kälte angäbe. *)

* * *

Die folgenden Versuche betreffen zwar bloß das *Gefrieren des Quecksilbers*, sind aber doch für den Naturforscher nicht ohne Belehrung. Die ersten stellte Zanetti der Aeltere zu Paris an. „Ich begab mich“, erzählt er, **) „am 25ten Nivose, (14ten Januar,) zwischen 6 und 7 Uhr Morgens an einen dem Nordwinde ausgesetzten Ort im fünften Stockwerke meines Hauses, wo

*) VON CRELLS *chemische Annalen*, Jahr 1798, St. I, Seite 1.

**) *Journal de Paris par ROEDERER et CORAN-VEZ*, 2 Pluviose, An VII.

das Thermometer damals 7° unter dem Gefrierpunkte stand, (*de congelation*,) mischte hier 3 Theile salzsaurer Kalkerde, 7 Theile Schnee und 2 Theile salzsauren Ammoniaks, und that dieses theils in ein Glas, theils in ein Porzellengefäß, in welches das Glas, zur Vermehrung der Kälte, gesetzt wurde. Darauf stellte ich in die obere Schale ein weites mit Quecksilber gefülltes Glas, und sah, daß das Metall in wenigen Augenblicken seinen flüssigen Zustand verließ. Nach 16 Minuten war es dehnbar und ließ sich hämmern wie Blei. Dieses Metall wurde darauf in 6 Unzen Wasser von 75° Wärme gelegt; nach einigen Minuten wurde es darin wieder flüssig, und nun zeigte das Wasser 45° Wärme.

Als ich in eine zweite Mischung nach denselben Verhältnissen ein Glas mit gewöhnlichem *Brantweine* setzte, fror dieser sogleich; rectificirter *Weingeist* wurde erst in einigen Minuten fest. Als ich aber in das Glas ein Stück trockenes Katzenfell legte, fror die Flüssigkeit gar nicht. *Vitriolnaphtha*, stark rectificirt, brachte dieselbe Wirkung hervor, und auch das Fell des Affen hat die Eigenschaft, das Gefrieren der Flüssigkeiten zu verhindern.

Um dieselbe Zeit brachte zu Rotterdam der dasige Lehrer der Chemie H. W. Rouppe

Queckfilber durch künstliche Kälte, die er nach Lowitz Art durch salzsaure Kalkerde und Schnee erregte, zum Frieren, sowohl den 4ten Januar Abends um 7 Uhr, da das Fahrenheit'sche Thermometer auf 19° und das de Luc'sche Hygrometer auf 89° stand; als auch den 31sten Januar Morgens um halb neun, da ersteres 15° und letzteres 83° zeigte. Ein Queckfilber-Thermometer, in diese Mischung gesetzt, fror in einigen Minuten, und das gefrorene Queckfilber fiel beide Mahl auf -100° , (d. i., $-58\frac{2}{3}^{\circ}$ Reaum.,) indeß ein mit Aether gefülltes und mit jenem gleich stehendes (correspondirendes?) Thermometer -49° , (d. i., -36° Reaum.,) zeigte. Das Queckfilber geht nämlich bei der Temperatur von -40° nach dem Fahrenheit'schen, (-32° nach dem Reaum.,) Thermometer in den Zustand eines festen Körpers über, und zieht sich, indem dieses geschieht, gleich geschmolzenen Metallen beim Gestehen, sogleich in einen engern Raum zusammen, daher man bei -40° Fahrenh., und tiefer, aus dem Stande des Queckfilber-Thermometers über die verhältnißmäßige Grösse der Kälte nicht weiter urtheilen kann. *)—Dieses hatte unter andern

*) Aus dem Rotterdamschen Courant, 1799, Nr. 15, in der Allgem. Zeitung, Nr. 57, ausgezogen.

schon Blagden in seiner lehrreichen Geschichte vom Gefrieren des Quecksilbers in den *Philosophical Transactions* vom Jahre 1783 an zahlreichen Beispielen gezeigt. *) Daraus mag man die Nachrichten von dem außerordentlichen Froste dieses Winters würdigen, der den Zeitungen zufolge in Stockholm — 29° , zu Abo in Finnland — 39° und zu Torneö in Lappland — 42° betragen haben soll; **) Beobachtungen, die,

*) Siehe die in Leipzig erschienenen *Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte*, B. 3, S. 347 und 515. Professor Braun sah bei seinen Versuchen über das Gefrieren des Quecksilbers dieses bis auf — 556° nach Fahrenheit sinken; Blagden schließt aus den von ihm angeführten Versuchen, daß das Quecksilber, wenn es ein fester Körper wird, sich ungefähr um $\frac{1}{3}$ stel zusammenzieht, und aus den in von CRELLS *chemischen Annalen*, Jahr 1787, B. 2, S. 318, mitgetheilten Versuchen des Stabs-Chirurgus Fries zu Ustingweliki, scheint zu erhellen, daß das feste Quecksilber sich bei zunehmender Kälte noch in einem weit größern Verhältnisse, als das flüssige, zusammenzieht. d. H.

**) Hier in Halle war, nach den sorgfältigen, täglichen Witterungsbeobachtungen des Herrn Kriegsraths von Leyser, der niedrigste Stand, der am Tage, (um 8 Uhr Morgens,) an einem Reaum. Quecksilber-Thermometer, das vor einem Fenster nach Norden hängt, in den drei verschiedenen Frostperioden dieses

die, wofern sie nicht an einem Weingeist-Thermometer gemacht sind, weiter nichts beweisen können, als daß die natürliche Kälte in diesem Jahre in Finnland und Lappland bis über den Frostpunkt des Quecksilbers hinaus gegangen ist. *)

*

*

*

dieses Winters bemerkt wurde, — $20^{\circ},2$ den 25ten December, — $23^{\circ},4$ den 9ten Februar und — $6^{\circ},9$ den 1sten April. Nach Versicherung eines andern hiesigen Beobachters war der Thermometerstand auf dem offenen Flure eines Hauses den 9ten Februar Morgens um 4 Uhr unter — 25° . Auf der Wiener Sternwarte sank das Thermometer im December nicht niedriger als bis auf — $18\frac{1}{2}^{\circ}$. d. H.

*) Nur wenig tiefer als — 39° Fahrenh. hört das Quecksilber-Thermometer auf ein brauchbarer Wärmemesser zu seyn, und ein noch so tiefer Stand des Quecksilbers unter seinem Frostpunkte, kann nicht viel mehr als eine Kälte, bei der das Quecksilber friert, beweisen. Blagden hat eine Menge von Beispielen gesammelt, wo die natürliche Kälte in den nördlichen Gegenden Europa's, Asia's und Amerika's diese GröÙe erreichte; dann zerspringen die Balken in den Häusern mit einem lauten Knall, Bäume spalten und erfrieren, die Vögel fallen todt aus der Luft, und der Mensch kann bei aller Umhüllung, die äußersten Theile des Körpers nur mit der größten Mühe vor dem Erfrieren sichern. Obgleich Albany-Fort in der Hudsonsbay nur um einen Grad nördlicher als London liegt, so froren doch Hutchins Quecksilber Thermometer dort durch die natürliche Kälte im Winter von 1774 auf

So weit die Versuche dieses Winters. Zugleich glaube ich hier noch die unterrichtenden Ver-

1775 zweimahl und von 1777 auf 1778 dreimahl, wobei das Quecksilber einmahl bis auf -49° Fahrenh. sank. Nach einem Weingeist-Thermometer betrug die größte natürliche Kälte, die Hutchins dort beobachtete, auf ein Quecksilber-Thermometer reducirt, -46° Fahrenh., und die größte Kälte, die Mac Nab, der seine Beobachtungen fortsetzte, dort fand, den 12ten Januar 1785 $-55\frac{1}{2}^{\circ}$ nach Fahrenh. oder -39° nach Reaumür. Die größte künstliche Kälte, die dieser Letztere dort hervorbringen konnte, (durch verdünnte Schwefelsäure und Schnee,) betrug -69° nach Fahrenh. oder -45° nach Reaum. — In Werch Milui Ostrog an der Lena fror 1782 das Quecksilber schon am 18ten November, und blieb zwei Monate lang gefroren. Dessen ungeachtet bleibt es schwer zu glauben, daß die diesjährige Kälte in Lappland die größte Kälte an der Hudsonsbay noch um 3° übertroffen haben sollte.

Der verfloßene Winter ist indess gewiss in mehrerer Rücksicht einer der merkwürdigsten, die wir seit Jahrhunderten gehabt haben. Möchte doch ein zweiter van Swinden die Geschichte desselben übernehmen, und die sonderbaren meteorologischen Erscheinungen, (Frost, Schnee, Gewitter, Orkane und Erdbeben,) an denen er in allen Gegenden so reich war, genau beschreiben! Vielleicht würde uns das manchen neuen Aufschluß in dem noch so unbekannten Felde der Witterungskunde und der Meteore geben. d. H.

suche nachtragen zu müssen, welche Herr Haufenfratz und einige französische Physiker vor vier Jahren, (den 18ten Nivose im 3ten Jahre der Republik,) in der *Ecole polytechnique* zu Paris angestellt haben. *) Salpetersäure, die das spezifische Gewicht 1,526 hatte, wurde von ihnen so lange mit Schnee verdünnt, bis sich bei dieser Mischung keine Wärme weiter entwickelte; das spezifische Gewicht der verdünnten Säure war 1,42, und ihre Temperatur $+ 9^{\circ}$, dieselbe als die Temperatur der Atmosphäre. Darauf machten sie eine zweite Mischung, aus drei Theilen Schnee und einem Theile Kochsalz, welches noch sein KrySTALLisationswasser hatte, wodurch eine Temperatur von $- 17^{\circ}$ entstand. Diese behielt die Mischung unverändert drei ganze Tage lang, obgleich indeß die Temperatur der Luft zwischen $+ 5^{\circ}$ und $- 9^{\circ}$ schwankte. Nur erst, als alles Salz geschmolzen war, nahm sie die Temperatur der Luft an.

In diese zweite Mischung wurde ein Glas mit Schnee und ein Glas mit der verdünnten Salpetersäure gesetzt. Letztere erkaltete in einer halben Stunde bis zur Temperatur von $- 17^{\circ}$, der Schnee; hingegen nicht ganz so stark. Darauf

*) *Journal polytechnique*, Cab. 1. Paris, An. 3, p. 123.

schüttete man den Schnee, mittelst eines verzinneten Blechlöffels, nach und nach in die Salpetersäure und rührte diese um. Ein Weingeist-Thermometer, das in der Säure hing, fiel während 10 Minuten sehr merklich, bis auf -31° , und das war die größte Kälte, bis zu der man gelangen konnte. Denn wurde alsdann noch mehr Schnee hinzugegeben, so schwamm dieser in Gestalt einer kleinen Eiskruste auf der Säure, und die Temperatur erhöhte sich.

Bei dieser äußersten Kälte ging das Quecksilber in einer Glasröhre, die gleichfalls in diese Mischung gehalten wurde, in den Zustand der Festigkeit über, wobei der, der sie hielt, einen kleinen Ruck in der Hand zu fühlen glaubte, wahrscheinlich, weil das Quecksilber sich, (gleich dem Phosphor,) beim Festwerden plötzlich in einen kleinern Raum zusammenzog. Ein Theil des Quecksilbers war krySTALLISIRT. — Von dem festen Zustande desselben versicherte man sich durch Hämmern; Ambos und Hammer waren beide in der zweiten Mischung bis auf -17° erkaltet worden. Es ließ sich dabei stark dehnen. Als man es einige Zeit lang in der Hand hielt, entstand derselbe Schmerz als beim Verbrennen. Die Stelle, die das Quecksilber berührt hatte,

ward weiß, unterlief nachher roth und schmerzte mehrere Tage lang.

Zuletzt wurden noch folgende beide interessante Versuche angestellt. 1. Man goß in einen Schmelztiegel aus Kohlenstaub, (*Creuset de charbon*), 8 Unzen Quecksilber, dessen Temperatur nach einem sehr empfindlichen Thermometer, das in das Quecksilber getaucht wurde, $+ 8^{\circ}$ betrug; das Quecksilber im Thermometer wog 66,88 Decigrammen, (126,6 Gran.) Zu dieser Quecksilbermasse, die also überhaupt 2512,61 Decigrammen wog, schüttete man 515,9 Decigrammen Quecksilber, das im Begriffe zu gefrieren war, indem die Oberfläche, die sonst convex steht, schon concav geworden war. Nach dieser Vermischung sank das Thermometer auf 0 Grad.

2. Darauf warf man in dieselbe Quecksilbermasse, wie vorhin, deren Temperatur jedoch nur $- 3^{\circ}$ betrug, eine Kugel aus gefrorenem Quecksilber, ebenfalls wieder 515,9 Decigrammen schwer. Nachdem diese Kugel gänzlich geschmolzen war, stand das Thermometer auf $- 20^{\circ}$.

In beiden Versuchen fiel das Thermometer so schnell, daß sich darüber keine Beobachtung anstellen liefs, (*qui n'a pas permis de suivre sa marche*;) darauf blieb es einen Augenblick stehen, und

das war der Zeitpunkt, zu welchem die angegebenen Thermometerstände gehören; dann stieg es allmählig wieder. In beiden Fällen läßt sich die Wärme des Kohlentiegels und der Thermometer-
röhre nicht mit in Rechnung bringen; doch konnte ihr Einfluss auf das Resultat der Versuche für sehr geringe seyn, da die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist.

Man setze die Masse des Quecksilbers in Tiegel und in der Thermometerröhre gleich $a = 2512,61$ Decigrammen, welche beim ersten Versuche eine Temperatur von $+ 8^{\circ}$, im zweiten von $- 3^{\circ}$ hatte, und die Masse des hinzugeschütteten gefrierenden Quecksilbers $b = 515,9$ Decigrammen; so wurde dadurch die Temperatur des Gemisches im ersten Falle auf 0, im zweiten auf $- 20^{\circ}$ gebracht. Gesetzt also, Quecksilber sey in allen Temperaturen, durch eine gleiche Menge von Wärme, die hinzukömmt, immer gleich ausdehnbar, und es friere bei $- n^{\circ}$: so mußte zufolge des ersten Versuchs $8 \cdot a = - n \cdot b$ *)

*) Denn indem das ganze Gemisch die Temperatur von 0° annimmt, und die Masse a vorher $+ 8^{\circ}$, die Masse b aber n° Wärme hatte; so muß eine Wärmemenge, die sich durch $8 \cdot a$ ausdrücken läßt, der Wärmemenge, die durch $n \cdot b$ ausgedrückt wird, gerade gleich seyn: und wird durch beide

$$\text{folglich } n = - \frac{8 \cdot a}{b} = - \frac{20100,88}{515,9} = - 39^{\circ}$$

seyn. Allein einem der vorigen Versuche zufolge, ist der Gefrierpunkt des Quecksilbers nach einem Weingeist-Thermometer, bei -31° ; ein Zeichen, daß das Quecksilber, wenn es zum Gefrieren kömmt, von derselben Wärmemenge nicht so stark ausgedehnt wird, als in höhern Temperaturen. Es stimmt darin mit dem Wasser überein, welches nahe beim Frostopunkte durch Wärme sogar minder ausdehnbar ist, als Glas, und dessen Ausdehnbarkeit bei höherer Temperatur, zumahl nahe beim Siedepunkte, sehr schnell zunimmt. Hätten Tiegel und Glasröhre keine Wärme hergegeben, so würde die Temperatur der Mischung etwas unter 0 gewesen, und daher in der Formel $n = - \frac{8 \cdot a}{b}$, statt 8 ein etwas größerer Coefficient hineingekommen seyn. Schwerlich dürfte dieses aber so viel betragen haben, daß man $n = - 39,5^{\circ}$ setzen könnte.

Im zweiten Versuche, wo die Temperatur der Masse a , -3° , und die des Gemisches -20° war,

Wärmemengen, der Voraussetzung gemäß, gleich viel Quecksilber in beiden Fällen, um gleich viel ausgedehnt; so muß n so vielmahl größer als 8 seyn, so vielmahl die Masse a die Masse b in sich enthält.

d. H.

sich diese Wärme gleich $67^{\circ},7$. Nun aber weiß man aus ähnlichen Versuchen, daß Eis bei seinem Aufthauen, wenn das Wasser gleichfalls die Temperatur von 0° behält, 60° , (nach Black's Versuchen $62^{\circ},2$,) Wärme verschluckt. Hierin scheint also das Quecksilber mit dem Wasser sehr nahe, wo nicht genau übereinzustimmen.

nach Fahrenheit, $0,8254$; und reducirte man den Stand desselben auf die Höhe eines Quecksilber Normalthermometers, so ergab sich aus seinen Versuchen der Frostopunkt des Quecksilbers bei -40° nach Fahrenheit, oder -32° nach Reaumur.

L. H.

IX.

Ueber die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die reinen Erden.

- I. Brief des Herrn von HUMBOLDT an den D. INGENHOUS über die Eigenschaft einiger Erden, die atmosphärische Luft zu zer-
setzen. *)

Ich eile, Ihnen das Resultat meiner Versuche über die einfachen Erden mitzutheilen, da diese Versuche nicht nur über die Natur dieser problematischen Elemente einiges Licht zu verbreiten, sondern auch Ihre scharfsinnigen Bemerkungen in der Schrift über die Ernährung der Pflanzen **) sehr zu unterstützen scheinen. Ich hatte, wie Sie bemerkt, daß der Humus, oder die vegetabilische Erde, die atmosphärische Luft zersetze, indem er ihr den Antheil Sauerstoff raubt, und nur Stickgas und einige Hundertheile kohlenfaures Gas zurückläßt. Ich schrieb dies bisher den fäu-

*) *Journal de Physique, par Delamétherie, Tom. IV, pag. 323.*

**) INGENHOUS über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens. Uebersetzt von Ch. Fischer, Leipzig 1798. Insbesondere S. 137: A.

rungsfähigen Basen, (dem Kohlen-, Wasser-, Stickstoffe u. s. w.,) zu, welche sich immer darin vorfinden, und vermuthete, die Fruchtbarkeit des Bodens hänge eben von jenen Oxyden, (*Oxydes du carbone et d'hydrogène*,) ab, welche sich hier im Boden bilden, und geschickter als Kohlensäure und Wasser sind, von den Vegetabilien zersetzt zu werden. Indem ich hierüber arbeitete, fand ich, daß die graue Thonerde, die Gangart, in welcher das Steinsalz im Oestreichischen und Salzburgischen vorkömmt, (das Lebergestein der deutschen Bergleute,) die Eigenschaft, die atmosphärische Luft zu zersetzen, eben so, wie die vegetabilische Erde hat. Ich brachte angefeuchtete Thonerde von dieser Art unter einer Glocke, bei einer Temperatur von 14 bis 15° Reaumur, mit der Luft in Berührung, und so wurden eben die Gasarten unter derselben gebildet, die sich im Steinsalzbergwerke finden. Von 3000 Theilen atmosphärischer Luft, welche nach einer sehr genauen Analyse, (dem Volumen nach,) zusammengesetzt war

aus 852 Theilen Sauerstoffgas,

2103 Theilen Stickgas und

45 Theilen Kohlensäure,

blieben nach 18 Tagen nur noch 2460 Theile,

und von diesen waren

81 Theile Sauerstoffgas,

2207 Theile Stickgas, vermisch mit Wasserstoffgas,

172 Kohlenfäure. Zur Bildung der 127, (172 — 45,) Theile kohlenfauren Gas werden nach Lavoisiers Bestimmung 35,5 Sauerstoff erfordert. Da also der Rückstand von 2460 Theilen nur 81 Theile Sauerstoff enthielt, so kann man behaupten, daß von 0,28 Theilen Sauerstoff, die in der Luftmasse enthalten waren, 0,24 Theile den gasförmigen Zustand verlassen, und mit der Thonerde sich verbunden haben. Einige Monate nachher fand ich in Vauquelins Laboratorio eine weiße Thonerde, (von Montmartre,) die in gleicher Zeit und Temperatur, (17 bis 20° Reaumur,) mehr Oxygen als der Phosphor verschluckte. Diese Erfahrungen führten mich zu jener Entdeckung, welche ich Ihnen mitzutheilen geeilt habe, *daß die einfachen, reinen, mit destillirtem Wasser angefeuchteten Erden, bei einer niedrigen Temperatur, den Sauerstoff der Atmosphäre absorbiren.* Ich habe in zehn Tagen durch Thonerde reines Stickgas bereiter. Schwererde ließ nur einen Rückstand von 0,08 Sauerstoff, nachdem sie 0,19 Theile absorbirt hatte. Kalkerde zersetzt die atmosphärische Luft auch, aber langsamer. Kiesel- und Talkerde scheinen diese Eigen-

schaft, nicht zu besitzen. Ein Versuch, in welchem die Kiesel-erde 0,09 Oxygen absorbirt hatte, schien mir doch noch zweifelhaft. Diese überraschenden Erscheinungen verdienen eine nähere Betrachtung und veränderte Versuche. Sie beweisen, daß die Erden es sind, welche im Humus oder der Gartenerde das Sauerstoffgas absorbiren. Sind es nun diese problematischen Elemente selbst, die sich mit dem Sauerstoffe verbinden? Oder ertheilen sie durch einen, bis jetzt noch unbekannten Verwandtschaftseinfluß dem destillirten Wasser die Eigenschaft, das Oxygen zu zerlegen? Das sind Fragen, über welche ich jetzt noch nichts entscheiden mag, doch glaube ich, daß sich diese Erscheinungen sehr gut mit denen Ideen vereinigen lassen, die Sie über die Säuerung des Bodens geäußert haben. Nur durch Vermehrung der Erfahrungen werden wir zur Lösung des großen Problems der Vegetation gelangen.

2. *Brief SAUSSÜRE des Sohns an J. C. DELAMÉTHÉRIE, in welchem bewiesen wird, dass die reinen Erden den Sauerstoff nicht absorbiren. *)*

Ich habe meine Behauptung, dass die grünen Theile der Pflanzen, wie die Thiere, sowohl im Sonnenlichte als im Schatten, die atmosphärische Luft verderben, sobald diese Luft mit einer Substanz, welche das kohlenfaure Gas absorbirt, in Berührung steht, durch mannigfaltige, sorgfältige Versuche bestätigt. Meine ersten Erfahrungen bestanden darin, dass ich abwechselnd die Pflanzen dem Einflusse des Sonnenlichts und der Finstérniß aussetzte; aber man könnte daraus immer noch schliessen, dass sie die Luft nur im Finstern verderben, weil das kohlenfaure Gas, welches sie nach Ingenhous's's Behauptung nur während der Nacht bilden, und das durch die im Recipienten liegende Kalkerde zurückgehalten würde, von dem Lichte nicht wieder zersetzt werden kann. Aber als ich nachher die Pflanzen bloß beim Sonnenlichte mit kauftischem Alkali oder gebranntem Kalke unter einen Recipienten setzte, und gegen Abend herausnahm, so erhielt ich stets dasselbe

*) *Journal de Physique par Delamétherie, Tom. IV, An. 6, pag. 470.*

Resultat, nämlich Verminderung des Sauerstoffgas und Verminderung des ganzen gesperrten Luftraums; da hingegen die Pflanzen, welche in eine gleiche Lage, aber ohne Alkali oder ohne Kalk gesetzt wurden, ihren Luftraum verbesserten, oder wenigstens nicht verschlimmerten. Außerdem bewies ich, daß das kohlen saure Gas, das in geringer Menge mit der atmosphärischen Luft vermischt, die Vegetation der entwickelten Pflanzen befördert, sowohl im Sonnenscheine als im Schatten das Keimen des Saamens verzögert*) und in allen Verhältnissen den jungen Pflanzen schadet.

Ich kann hier die neuesten Erfahrungen Humboldt's nicht übergehen, deren Genauigkeit ich indessen in Zweifel ziehen muß. Daß der Humus, welcher ein Produkt der Vermischung

*) Die Nothwendigkeit des Sauerstoffs zum Keimen des Saamens ist jetzt hinlänglich bekannt. Wie stark aber die Anziehung des kohlen sauren Gas zum Sauerstoffgas, und eben deswegen auch das Hinderniß des Keimens in einer mit kohlen saurem Gas sehr reichlich versehenen Luft ist, beweiset ein Versuch Humboldt's, nach welchem in einer Luft, die 0,25 kohlen saures Gas und 0,75 Sauerstoffgas enthielt, noch kein Licht brennen wollte.

schung zeretzter Vegetabilien mit noch unzeretzten ist, das Sauerstoffgas absorbire; ist freilich nicht neu, da es bekannt genug ist, daß die vegetabilischen Substanzen, die sich freiwillig an der Luft zersetzen, in einen Zustand der Gährung kommen, bei welchem sie Sauerstoff verschlucken. Außerdem ist dieser Einfluß des Humus auf die atmosphärische Luft schon im Jahre 1788 von Ingenhous's bekannt gemacht worden. Aber eine sehr wichtige Entdeckung wäre es immer, diese Absorbtrion des Sauerstoffs durch die reinen angefeuchteten Erden darzuthun. Ich kann indessen versichern, daß dieses bei Erden, die von aller vegetabilischen Substanz befreiet sind, nicht der Fall ist, sobald man nur kein kochendes Wasser zu ihrer Befeuchtung anwendet, weil dieses das Sauerstoffgas in größerer Menge als das Stickgas absorbirt.

Schon seit vier Monaten habe ich vier Unzen Thonerde, (aus dem Alaun durch Ammoniak präcipitirt, wiederholt gewaschen, an der Sonne getrocknet und darauf mit einer hinlänglichen Menge von Wasser angefeuchtet, um sie weich (*ductile*,) zu machen,) mit 50 Kubikzoll atmosphärischer Luft in Berührung gesetzt, und die Thonerde hat noch nichts von dieser Luft absorbirt. — Dieselbe Erfahrung habe ich mit kohlensaurer Kaikerde

und ätzender Kalkerde gemacht; der Erfolg war derselbe. Eben das beobachtete ich auch bei der Kiesel-erde.

Humboldt's eudiometrische Untersuchungen sind scharfsinnig; aber die Grenzen des Irrthums, welche er für das *Phosphor-Eudiometer* ansetzt, sind nicht genau, und sind nicht so arg, daß man dieses Instrument verwerfen müßte. Es ist wahr, es zeigt nur $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{12}$ Sauerstoffgas in der Atmosphäre an; aber diese zeigt es beständig, wie auch die Gestalt des Gefäßes zur Untersuchung und die Schnelligkeit der Verbrennung seyn mag. Wenn man eine bekannte Menge von Stickgas oder Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft hinzufügt, so wird das Eudiometer diese Menge mit aller Genauigkeit anzeigen. Für einen Ungeübten hat unläugbar das Phosphor-Eudiometer vor dem Salpetergas-Eudiometer, wegen der Leichtigkeit, mit diesem zu irren, wesentliche Vorzüge. Dies ist mein Urtheil, nach dreijährigem täglichen Gebrauche beider Instrumente.

Was die Hinzufügung des schwefelsauren Eisens bei dem Gebrauche des Salpetergas-Eudiometers betrifft, so hat mich die Erfahrung von dem Nachtheile dieses Verfahrens überzeugt; denn diese Substanz absorbirt nur schwer und niemals

ganz das Salpetergas, wenn es mit Stickgas vermischt ist. Es verbessert außerdem nicht die Ursache von Fehlern, wegen welcher man mit Recht Fontana's Eudiometer anklagt, und besonders die nicht, welche durch die schnellere oder langsamere Absorption des Sauerstoffgas durch das Salpetergas entstehen. Ich glaube daher, sowohl in chemischer Rücksicht, als auch wegen der dabei nöthigen complicirten Handgriffe, diese Aenderung verwerfen zu müssen.

A.

3. A. F. von HUMBOLDT'S *Antwort an DELAMÉTHÉRIE über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden.* *)

Diese Antwort Humboldt's will ich im Auszuge vorlegen, da die Versicherung und Behauptung Sauffüre's, jene Entdeckung gänzlich widerlegt zu haben, zu unvorsichtig ist, um nicht eine Menge von Blößen zu geben. Zuerst erinnert Humboldt, ob man wohl erwarten könne, in Vauquelin's Laboratorio Erden zu finden, die mit vegetabilischen Substanzen verunreinigt sind; er erinnert ferner, ob wohl je-

*) *Journal de Physique par DELAMÉTHÉRIE, T. V, An 7, pag. 132.*

nals ein Chemist, auch selbst mit kochendem Wasser, atmosphärische Luft in Stickgas verwandelt habe; und ob wohl einige entgegenstehende Versuche Saussüre's eine ganze Reihe, mit gutem Erfolge, unter Kenneraugen angestellte Versuche widerlegen können? Er weiß nicht, was er zu dem Vorwurfe Saussüre's sagen soll, als wenn er das Salpetergas und schwefelsaures Eisen zugleich im Eudiometer brauche, und glaubt, daß man bei einer Vergleichung seines Memoire über das Salpetergas mit Vauquelin's Aufsätze über das schwefelsaure Eisen, die Unbilligkeit des Vorwurfs einsehen werde. Er braucht es nur, um die Güte des Salpetergas zu bestimmen, indem er sieht, wie viel Sauerstoffgas erfordert wird, ein Hunderttheil damit zu sättigen. Außerdem beweisen die genauesten zahlreichen Erfahrungen, daß das schwefelsaure Eisen bei einer Temperatur von 30 bis 40° auch das geringste Ueberbleibsel an Salpetergas hinwegnimmt. In Rücklicht des Nachtheiligen des Phosphor Eudiometers beruft er sich auf seine Erfahrungen; eben so führt er über die Absorption des Sauerstoffgas durch die Erden noch einige Versuche an, die hier anzuführen nicht der Ort ist, eine so gänzliche Niederlage sie auch seinem Gegner bereiten mögen. Was den Haupt-

punkt des Streits, nämlich die Verschluckung des Sauerstoffgas durch einfache Erden, betrifft; so liesse sich vielleicht für beide Physiker, ohne ihre Genauigkeit oder ihre Geübtheit in Versuchen in ein nachtheiliges Licht zu stellen, eine friedliche Vereinigung finden. Angenommen, daß die Erden den Sauerstoff absorbiren; wäre es dann nicht möglich, daß Humboldt mit noch ungesättigter, Sauerstoff mit gesättigter Erde experimentirt hätte? A.

4. F. A. VON HUMBOLDT *über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden, und über den Einfluss derselben auf die Kultur des Bodens. *)*

Aus dieser interessanten Abhandlung können wir unsern Lesern nur einen Auszug liefern, um uns nicht dem Vorwurfe auszusetzen, Freibeuterei in das Gebiet der chemischen Journale zu treiben.

Also hier noch zuerst eine Reihe von Versuchen mit dem Thone aus den Steinsalzgebirgen.

*) *Annales de Chimie*, An 7, Pluviose, Nro. 86, p. 125.

Volumen atmosphärischer Luft, zu 0,17 Sauerstoffgas, welche damit in Berührung gebracht wurde.	Rückstand nach 15 bis 23 Tagen.	Der Rückstand enthielt:	
		Sauerstoffgas.	Kohlenlaures Gas.
250	212	0,10	0,04
460	418	0,18	0,02
800	269	0,07	0,08
520	492	0,20	0,04
500	446	0,11	0,07

Versuche mit dem *Humus*, an verschiedenen Orten eingesammelt.

Tage der Berührung.	Rückstand von den anfangs vorhandenen 0,17 Theilen Sauerstoffgas in fünf Glocken.				
	1te.	2te.	3te.	4te.	5te.
2	0,20	0,24	0,19	0,20	0,26
3	0,16	0,20	0,15	0,20	0,20
4	0,16	0,15	0,14	0,15	0,17
5		0,12	0,11	0,15	0,16
8	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
11	0,08	0,10	0,11	0,08	0,09
14	0,05	0,06	0,04	0,08	0,09

Versuche mit *einfachen Erden*.

	Rückstand von den anfänglichen 0,17 Theilen Sauerstoff.	Zeit.	
Thonerde,	0,00	17 Fructid. bis	4 Vendem.
Thonerde,	0,00	5 Vendem. bis	14 Vendem.
Schwererde,	0,08	17 Fructid. bis	4 Vendem.
Thonerde,	0,12	6 Fructid. bis	14 Vendem.
Thonerde,	0,08	6 Fructid. bis	14 Vendem.
Kalkerde,	0,20	6 Fructid. bis	14 Vendem.
Schwererde,	0,11	6 Fructid. bis	14 Vendem.

Humboldt zeigt hierauf die mannigfaltige Anwendung dieser Erfahrung zur Erklärung der Fruchtbarkeit des Thonbodens, des Humus über-

haupt, des Nutzens der Brache, des Umwendens an die Luft durch den Pflug. Er bemerkt, daß es sich jetzt leicht erklären lasse, warum die Luft im Humus so sehr azotisch, aber dessen ungeachtet den darin wohnenden Geschöpfen allein zuträglich sey. Auch den schädlichen, von dem Gärtner längst wahrgenommenen Einfluß der unbedeckt aus dem Boden hervorragenden Wurzeln glaubt er leicht aus der Ungewohnheit einer stark mit Sauerstoff angefüllten Luft, in welche sie jetzt versetzt sind, erklären zu können.

Nach einigen Bemerkungen über die Chemie der Vegetabilien, nach einem Rückblicke auf die bekannten Pfeifenstielversuche und deren wahrscheinliche Erklärung aus der Absorption des Sauerstoffgas durch die Thonerde, geht er zur Erklärung der Bildung des *Salpeters* über. Die Gegenden, welche reich an Thonerde, wie Thibet, Ungarn und ein Theil von Deutschland sind, sind auch die reichsten im Salpeterertrage. Hier senkt sich der Sauerstoff zur Erde; hier ist das Verhältniß gegen das Stickgas abgeändert; es bildet sich unter Umständen, welche besonders durch die bei Ungewittern häufig in die negative übergehende Electricität herbeigeführt scheinen, Salpetersäure. Vielleicht, fährt Humboldt fort, daß auch das Gewächs-Alkali, von dem man

nicht den achten Theil vorher im Humus findet, durch eine Zersetzung des Wassers, bei welchem der Wasserstoff mit dem atmosphärischen Stickstoffe sich verbindet, hervorgebracht wird. — Doch will er sich hier in kein Reich wagen, wo jetzt noch bloße Vermuthungen die Stelle der Thatfachen vertreten müssen.

Eine Behauptung, die Humboldt hier aufstellt: daß Körper, die gleiche Bestandtheile bei der Analyse geben, doch sehr verschiedene Erscheinungen darbieten können; wird dem Leser beim ersten Anblicke auffallen und durch die von ihm gegebene Erklärung, daß der Unterschied nur daher entsteht, wie die Stoffe verschieden an einander gebunden sind, (z. B. in der einen Verbindung von Sauerstoff, (1,) Stickstoff, (2,) Kohlenstoff, (3,) und Wasserstoff, (4,) 2 und 4 oder 3 und 4 sich verbunden haben,) weder erklärt noch bewiesen finden. Aber diese Behauptung kann doch zuweilen wahr seyn, wenn entweder einige dieser Stoffe nicht chemisch verbunden, sondern nur eingemengt sind, oder wenn unsre Analyse so unvollkommen ist, daß sie die Verschiedenheit nicht wahrnehmen kann.

X.

BEMERKUNG

gegen HASSENFRATZ'S Behauptung von dem Einflusse der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichts; HASSENFRATZ'S Antwort; Bemerkungen über beide.

In Delamétherie's Journale der Physik *) wurde gegen H. Hassenfratz's Behauptung von dem schädlichen Einflusse der Adhärenz auf die gewöhnliche Bestimmung des specifischen Gewichtes der Körper der Zweifel erhoben, daß, da die Wasserschicht, welche der Außenfläche des Körpers adhärirt, im Gleichgewichte mit den umgebenden Wassersäulen ist, diese Adhäsion auf das specifische Gewicht nicht anders Einfluß haben könne, als wenn dadurch das Wasser in seiner Dichtigkeit verändert würde, welches aber schwerlich anzunehmen sey.

H. Hassenfratz antwortete **) darauf, diese Erinnerung treffe ihn nur dann, wenn die abgewogenen Körper schwer genug wären, um die Affinität der Molekülen der Flüssigkeit zu überwinden; ***) wären sie dieses aber nicht, so müßte der Körper allerdings in der Flüssigkeit schwebend erhalten werden, und sein Ge-

*) Journal de Physique, par DELAMÉTHÉRIE, Tom. IV, An 6, pag. 63.

**) Journal de Physique, T. IV, An 6, p. 274 — 278.

***) Er überführte ein Stück Pappelholz, 1 Decimeter im Quadrate und 1 Centimeter dick, so daß es in jeder Lage unter destillirtem Wasser blieb, legte eine Bleikugel darauf, deren specifisches Gewicht er vorher und in dieser Lage, bis auf eine Kleinigkeit gleich fand, und glaubt dieses dadurch direct bewiesen zu haben.

wicht gehe dann für jedes andere Areometer, als für das Homberg'sche, völlig verloren. Er schreibe dieses 1. der Affinität zwischen der Flüssigkeit und dem Körper, welcher gewogen wird, und der gegenseitigen Affinität der Molekülen der Flüssigkeit zu; derselben, welche Wasser in Luft, gepulverten Schiefer in Wasser u. s. w., (abgesehen von der daran hängenden Luft,) schwebend erhalte, diese Ursache sey welche sie wolle; und 2. dem Unterschiede dieser beiden Affinitäten der Wassertheile unter sich und mit dem Körper, besonders auch der Compressibilität des Wärmestoffs, die er indess erst in dieser Vertheidigung zu Hülfe ruft. Zugleich bewährt er seine Beobachtung durch mehrere neue Versuche mit zerstücktem Staniol.

Diese Erklärungen möchten sich indess wohl nicht ganz von einer *petitio principii* freisprechen lassen; denn statt zu zeigen, wie kann hier Adhärenz Einfluss haben, zeigen sie nur, daß Haftenfratz jenen Einfluss der Adhärenz zuschreibt. Wie diese hier wirksam sey, das möchte freilich wohl bei der in Frankreich eingeführten Erklärung durch Molekülen, wo der Stoß die Stelle der Anziehung vertreten muß, nicht leicht zu zeigen seyn. Für die, welche eine anziehende Kraft annehmen, fällt aber diese Schwierigkeit weg; denn daß eine anziehende Kraft, wenn sie einer andern Anziehung, wie z. B. der Schwere, entgegen wirkt, die Wirkung dieser dadurch vermindert, hat nicht das mindeste Schwierige. Das ist aber hier der Fall. Das Wasser, in welchem der Körper, dessen specifisches Gewicht man sucht, gewogen wird, hat eine stärkere Anziehung zu dem Körper, als die Luft, in welcher man ihn zuerst abwägt. Folglich muß die Schwere eines Körpers nicht bloß durch den Gegendruck der Flüssigkeit, in die er getaucht wird, (der so viel als das Gewicht eines gleichen Volumens der Flüssigkeit beträgt,) vermin-

dort werden; sondern auch seine grössere oder geringere Anziehung zu dem Medio hat Einfluss auf sein relatives Gewicht, mithin auch auf die gewöhnliche Art sein specifisches Gewicht zu bestimmen, und in sofern hat Hrn. Hassenfratz's Erklärung nichts Widersprechendes. *)

*) Ich muß gestehen, daß es mir einige Schwierigkeit zu haben scheint, diese Erklärung bei einer Flüssigkeit zuzulassen, die den Körper rings umgiebt, ihn durch ihre Adhärenz nach allen Seiten zu gleich stark zieht, und die durch ihr Adhäriren an dem Körper das relative Gewicht desselben in der Flüssigkeit weder vermehren noch vermindern kann. Vielleicht möchte hierbei eher die Cohärenz der Wassertheilchen unter sich in Anschlag kommen, wodurch der Druck des Körpers im Wasser etwas, und zwar um so mehr vermindert werden könnte, je größer die Oberfläche des Körpers ist. Damit würde die Verschiebbarkeit der Wassertheilchen unter sich durch die kleinste Kraft recht wohl bestehen können, liesse sich gleich ein fremdartiges Partikelchen dann nicht mit der kleinsten Kraft im Wasser hin und her bewegen, weil es nämlich gegen die Cohäsion der Wassertheilchen unter sich zu wirken hätte. — Indess möchten sich wohl hieraus auf keinen Fall die außerordentlichen Ungleichheiten im specifischen Gewichte des ganzen und zerstückten Staniols erklären lassen, die Hassenfratz in seinen neuen Versuchen fand, welche folgende Tafel darstellt:

Spec. Gewicht, als die Blätter zwischen den Walzen eines Streckwerks zusammengepreßt waren — im Homb. Areom.	Versuch 1. mit 120 Bl. Staniol	Versuch 2. mit 67 Blättern Staniol,		Versuch 3. mit 60 Bl. Staniol
	nach dem Aus	vor pumpen	nach der Luft	nach unter der Luftp.
als die Blätter unter d. Wasser getrennt worden waren im Homb. Areom.	5,744 —	5,975 7,3	7,16 7,296	6,575 7,315
als d. Bl. unter dem Wass. wied. mit d. Hand zusammengeedrückt wurden im Homb. Areom.	3,714 —	3,344 3,535	3,675 4,162	— 5,113
	3,984 —	— —	— —	— 7,305



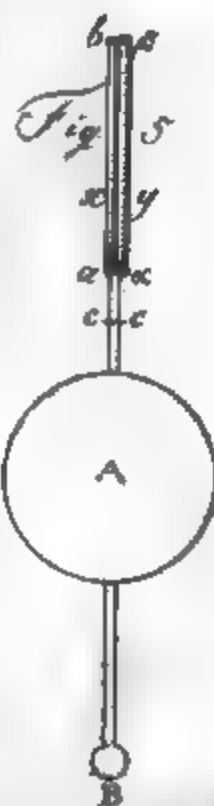
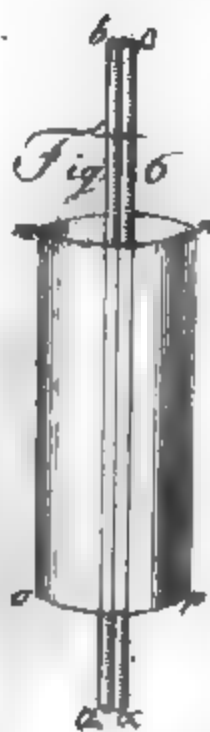
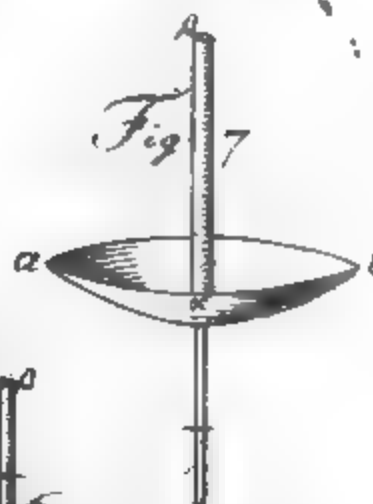
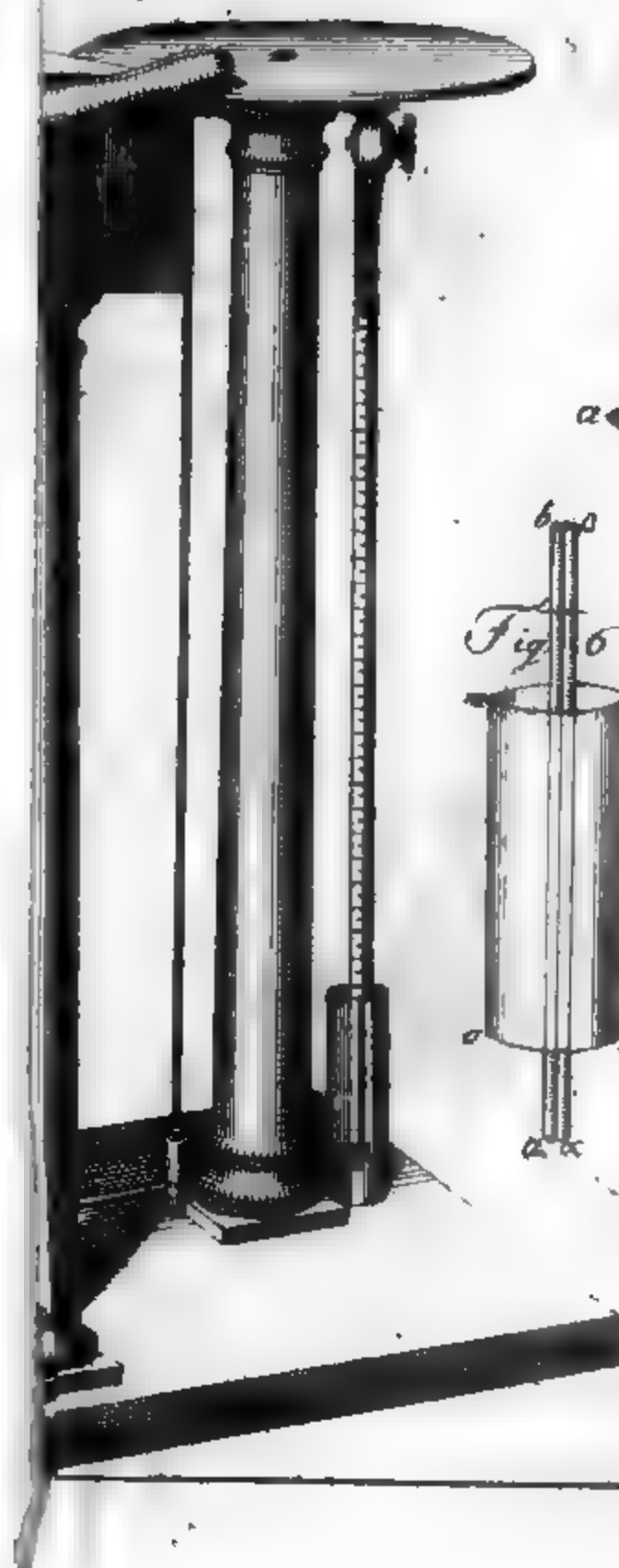
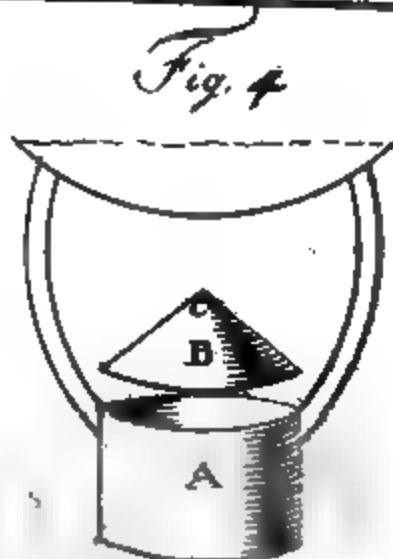




Fig. 9

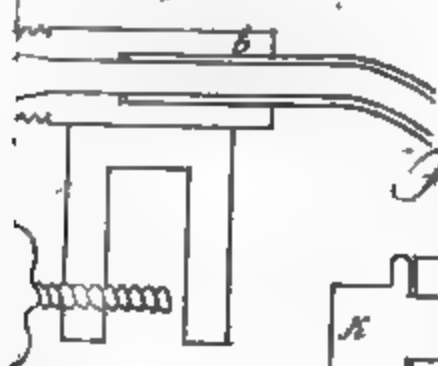


Fig. 6

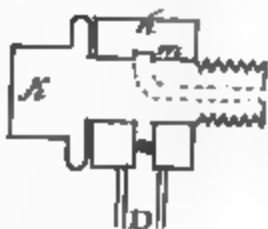


Fig. 3



Fig. 5

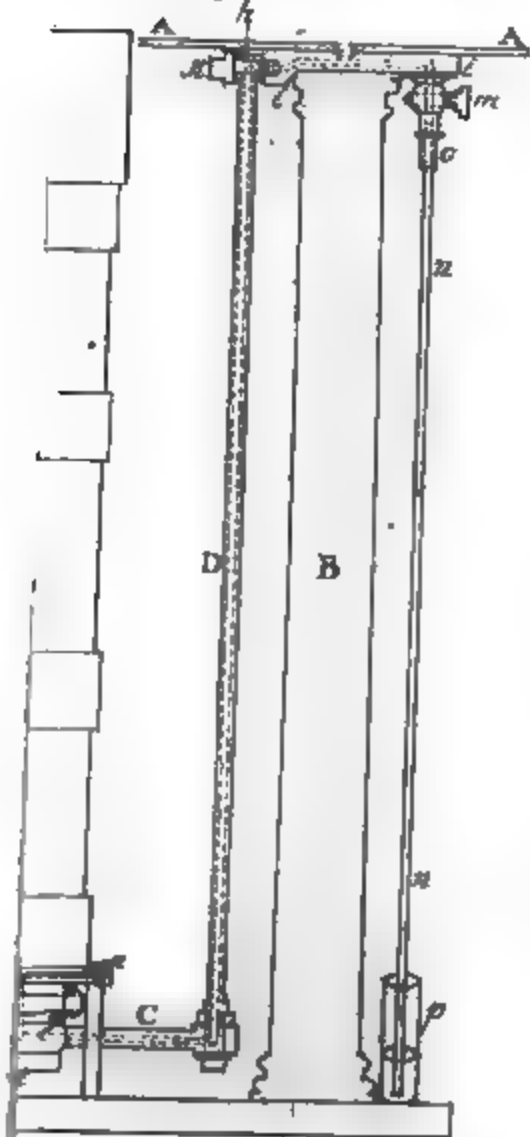


Fig. 10

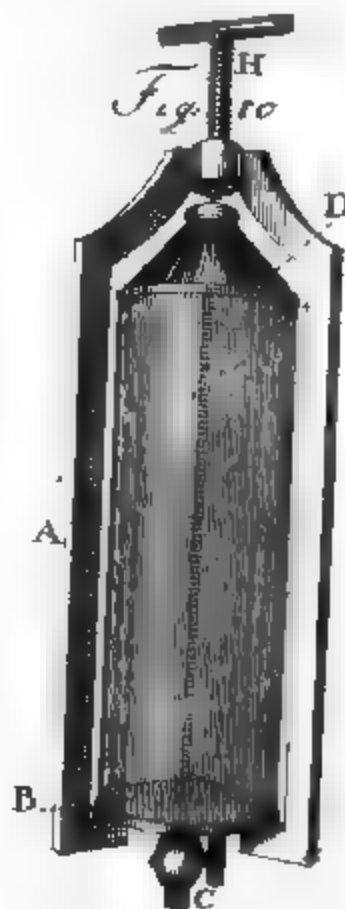


Fig. 12



Fig. 11

